



TEADUS- JA  
INNOVATSIOONI-  
POLIITIKA  
SEIRE PROGRAMM



# **Teaduse-arendustegevuse ja innovatsiooni indikaatorid Eesti innovatsiooni- ja teaduspoliitikas: senine praktika ja poliitikasoovitused**

Uuringu 7.1. raport

Jaan Masso  
Margo Liik  
Kadri Ukrainski

2013 Tartu

## Executive Summary

The design and implementation of the research, development and innovation (hereinafter RDI) policies assumes indispensably the use of different quantitative as well as qualitative indicators, both at different levels (strategy vs. particular instruments) and for various aims of the policy. The earlier analysis of the Estonian RDI policy have outlined several problems with the used RDI indicators, at the same time the field of RDI indicators is developing and there are no ideal indicators. The aim of the current report is to contribute to the use of innovation indicators in the RDI strategy for the period 2014-2016 as well as by the design of various innovation policy measures. The authors have aimed to achieve that aim by three fields of research. The second chapter of the report discusses the general methodological requirements for the introduction of indicators and analyses the implementation of the Estonian RDI strategy for the period 2007-2013 by the set target indicators. The third chapter analysis the contribution of research and development (hereinafter R&D) to the performance of industries at various technological level in OECD countries (including Estonia). Such analysis should give information on how the focus of RDI should differ across different industries. The fourth chapter offers to the policy makers one possible algorithm or scheme for the selection of indicators to the RDI policy, that would consider various requirements to the indicators, would reduce the subjectivity of the indicator selection process and would in principle help to choose indicators both to the strategies and particular policy instruments.

Indicator can be defined as a quantitative or qualitative factor that should make feasible reliable and simple measurement of achievements. The hitherto monitoring of the Estonian RDI strategy has not always been based on sufficient analytical basis, and the further use of existing databases and the results of previous analysis could lay a more solid base for that. There should be some reasoning supported by analysis behind the set target levels for indicators, for instance, what dynamics in certain indicator would be realistic in a certain time frame given the hitherto developments and where the improvement of some indicator should come from, e.g. in case of aggregate productivity either from within industry productivity growth or the increasing share of high productivity industries.

The selection of indicators into policy documents should be based on certain criteria and grounded methodology that lessens the subjectivity of the comparison of alternative indicators. In the developed and presented methodology the used evaluation criteria have been divided into three groups, these are validity (whether the particular indicator measures what we need to measure) and reliability (whether the results can be replicated), secondly the economy of usage (the availability of data and its processing costs) and finally the quality of usage (simplicity and the impact of the usage). By all criteria we have presented instructions on how to evaluate the indicators on a scale from 1 to 10. The application of the proposed scheme has been illustrated by the example of indicators from two fields, these are the cooperation between firms and universities, and secondly the internationalization of science. Also different Estonian policy makers in the field of RDI policies have already attempted to apply the proposed scheme. It needs to be stressed that the choice of indicators should proceed from the formulated goal of the policy. Without knowing the aim of the policy indicators would have no independent value; that concerns especially the criteria for validity and reliability. It is not possible to measure or steer aimed results that we are not able to define.

The third chapter of the report analysis the contribution of research and development to the efficiency of enterprises at industries with various technological level in OECD countries. The results revealed that Estonian economy operates with a rather low level of efficiency, that is often far below the median level of the OECD countries. By formulating the policy goals in R&D one needs to consider the industrial specialization of the economy and the relative position of different industries. That is

important as R&D is more important for the productivity in high-technology sectors and physical capital in low technology sectors. Thus the relatively low share of high-tech industries in the Estonian economy and the average low efficiency (high distance from the best practice technology) of the Estonian economy limits the positive impact of higher R&D on the economy. At the same time high-technology industry need not to be by definition with higher efficiency. Although the results showed rather high importance of the share of higher educated individuals as the external factor increasing productivity, still it needs to be considered that in a small and low efficiency economy higher investment in higher education may results in negative effects via emigration of the labour force that the selective financing of the higher education should consider. Increasing the firms' position in the existing value chains and building up new value chains is critical for the productivity growth. For that purpose, in addition to the R&D measures selective policy towards foreign direct investments is necessary.

## Lühikokkuvõte

Teadus-arendustegevuse ning innovatsiooni (edaspidi ka TAI) poliitika kavandamine ja elluviimine eeldavad vältimatult erinevate kvantitatiivsete, kuid ka kvalitatiivsete näitajate, indikaatorite, kasutamist, seda nii poliitika erinevatel tasanditel kui eesmärkidel. Senised Eesti teadus-arendustegevuse ning innovatsiooni poliitikat uurinud analüüsid on toonud välja mitmeid probleeme indikaatorite valdkonnaga Eesti poliitikas, samas on ka üldse tegemist areneva valdkonnaga ja kus ideaalseid näitajaid pole olemas. Käesoleva raporti eesmärgiks on anda panus Eesti poliitikakujundajatele innovatsiooni indikaatorite kasutamiseks nii uue programmiperioodi (2014-2020) teadus- ja arendustegevuse strateegias kui ka erinevate innovatsiooni ning teadus-arendustegevuse meetmete juures. Seda eesmärki on raportis üritatud saavutada läbi kolme tegevuse. Raporti teises peatükis tutvustatakse üldiseid indikaatorite koostamise metoodika põhimõtteid ja analüüsitakse Eesti senise teadus- ja arendustegevuse strateegia (perioodi 2007-2013) täitmist indikaatorite kaupa. Raporti kolmandas peatüki analüüsitakse uuritakse teadus- ja arendustegevuse panust erinevate tehnoloogilise tasemega majandusharude tegevusedukusse OECD riikides (sealhulgas ka Eestis) leidmaks milliseid võiksid olla teadus-arendustegevuse ja innovatsioonipoliitika rõhuasetused erinevates majandusharudes. Raporti neljanda osa eesmärk on pakkuda välja üks võimalik eeskiri (algoritm) indikaatorite valikuks teadus-arendustegevuse poliitikasse, mis arvestaks indikaatoritele esitatavaid erinevaid nõudeid, vähendaks vastava protsessi subjektiivsust ja oleks põhimõtteliselt rakendatav erinevatel tasanditel (indikaatorite valikuks nii strateegiatesse kui ka konkreetsetesse poliitikameetmetesse).

Indikaator on kvantitatiivne või kvalitatiivne tegur, mis peaks võimaldama usaldusväärset ja lihtsat saavutuste mõõtmist. Eesti seniste teadus- ja arendustegevuse strateegia seire pole tuginenud alati piisavale analüütilisele alusele, enam oleks võimalik ära kasutada olemasolevaid mikro- ja makrotaseme, Eesti ja rahvusvahelisi andmestikke ning seniste teadustööde tulemusi. Samamoodi peaks indikaatorite seatud eesmärktasemed toetuma enam mingile analüütilisele alusele, nt kuivõrd mingiks ajaperioodiks eesmärgiks seatud arengud on lähtudes senisest praktikast realistlikud, ja millistest allikatest peaks mingi indikaatori paranemine tulenema (nt tootlikkuse kasv tööstusharude sees versus tootlikkuse kasv tänu struktuurinihetele nagu kõrgema tootlikkusega harude suurem osakaal).

Indikaatorite (sihtnäitajate) valik peaks põhinema kindlatel kriteeriumitel ja põhjendatud metoodikal, mis vähendaks alternatiivsete indikaatorite võrdluse subjektiivsust. Välja pakutud metoodikas on indikaatorite hindamiseks kasutatud kriteeriumid jaotatud kolme rühma, need on esiteks valiidsus (kuivõrd näitaja mõõdab seda mida tahetakse mõõta) ja usaldusvärsus (tulemuste replikeeritavus), teiseks kasutamise ökonoomsus (algandmete saadavus ja töötlemise kulukus) ja kasutamise kvaliteet (rakendamise lihtsus ja kasutamise mõju). Kõigi kriteeriumide juures on antud juhend, kuidas neid hinnata skaalal 1-10. Väljapakutud skeemi on näitlikustatud kahe valdkonna indikaatorite näitel, need on ettevõtete ja ülikoolide vaheline koostöö ning teaduse rahvusvahelistumine, samuti on seda proovinud kasutada poliitikakujundajad. Indikaatorite valik peab lähtuma sõnastatud poliitika eesmärgist, järgnema innovatsioonipoliitika sihtide sõnastamisele, ilma viimaseta ei ole neil iseseisvat väärtust – see puudutab just eriti valiidsuse ja usaldusvärsuse kriteeriume. Ei saa mõõta ega juhtida tulemust, mida ei suudeta defineerida.

Sügavamalt analüüsiti raportis (kolmas peatükk) teadus- ja arendustegevuse panust ettevõtete efektiivsusse erineva tehnoloogilise tasemega majandusharudes. Eesti majandus toimib suhteliselt madala tõhususega, s.t. tootmine on allpool parima praktika tehnoloogiast, hinnatud sektorid on OECD riikide mediaantõhususest kohati poole madalamal. Teadus- ja arendustegevuse alaste poliitikaeesmärkide seadmisel tuleb arvestada majanduse harulist koosseisu ja eri harude positsiooni:

teadus- ja arendustegevus suurendavad tootlikkust enam kõrgtehnoloogilistes ning füüsiline kapital madaltehnoloogilistes majandusharudes, mis peaks kajastuma ka erinevate toetusmeetmete fookustes. Niisiis ka majanduses kõrgtehnoloogiliste harude suhteliselt madal osakaal ning Eesti majanduse tervikuna madal tõhusus (kaugus parima praktika tootmisest) piiravad T&A suurendamise positiivset panust majanduses, suhteliselt olulisem on imitatsioon. Samas kõrgtehnoloogiline tööstus ei pruugi olla iseenesest kõrgema tõhususega. Kuigi analüüsi tulemused näitasid kõrgharitude osakaalu suurt tähtsust tootlikkust tõstva tegurina, siis tuleb siin arvestada, et Eesti suguses madala tõhususega majanduses võib antud meetme negatiivne mõju ilmnedagi läbi kõrgharitude väljarände, niisiis peaks kõrghariduse rahastamine olema selektiivne arvestades väljarände tõenäosusega. Tootlikkuse tõstmise seisukohalt on kriitilise tähtsusega parandada ettevõtete asukohta väärtusahelas, sh läbi rahvusvaheliste väärtusahelate ülesehitamise, milleks on olulised lisaks T&A toetusmeetmetele ka selektiivne poliitika otseste välisinvesteeringute suhtes.

## Sisukord

Tabelite nimekiri .....	7
Jooniste nimekiri .....	8
1. Sissejuhatus .....	10
2. Eesti seniste T&A strateegiate täitmine rahvusvahelises võrdluses.....	13
2.1. Kokkuvõte seniste raportite kriitikast Eesti indikaatorite süsteemi suhtes .....	13
2.2. Indikaatorite koostamise metoodikast .....	16
2.2.1. Üldine taust .....	16
2.2.2. Indikaatorid .....	19
2.3. Strateegiate täitmise ülevaade indikaatorite kaupa .....	25
2.4. Kokkuvõte .....	45
3. Innovatsiooni tõhususe ökonomeetiline hindamine.....	47
3.1. Väärtusahelad, innovatsioon ja lisandväärtus .....	47
3.2. Väärtusahelate kujundamine ja positsiooni muutmine ahelas.....	51
3.3. Mudel .....	54
3.4. Andmed .....	57
3.5. Mudeli valik ja hinnangud.....	59
3.6. Tulemuste arutelu .....	62
3.6.1. Lisandväärtus Eesti majanduses sektorite ja harude lõikes.....	62
3.6.2. Ühine valim .....	64
3.6.3. Kõrgtehnoloogiline tööstus .....	68
3.6.4. Kesktehnoloogiline tööstus .....	70
3.6.5. Madaltehnoloogiline tööstus .....	72
3.6.6. Teenused.....	74
3.6.7. Primaarsektor .....	76
3.6.8. Muud harud .....	76
3.7. Diskussioon .....	78
3.8. Kokkuvõte .....	88
4. Indikaatorite valimine T&A strateegiasse ja poliitikameetmetesse .....	92
4.1. Sissejuhatus .....	92
4.2. Mõõdikute valiku abivahendi tutvustus .....	92
4.2.1. I omaduste rühm: valiidus ja usaldusväarsus .....	93
4.2.2. II omaduste rühm: kasutamise ökonoomsus .....	96
4.2.3. III omaduste rühm: kasutamise kvaliteet .....	97
4.3. Indikaatorite valiku metoodika rakendamine.....	100
4.3.1. Ettevõtete ja ülikoolide koostöö indikaatorid.....	101
4.3.2. Rahvusvahelistumise indikaatorid.....	105
4.3.3. Teaduse mõju ühiskonnale .....	111
Viidatud allikad .....	125
Lisa 1. T&A tõhususe modelleerimisel kasutatud mõistetest .....	136

## Tabelite nimekiri

Tabel 2.1 TA kulutuste sihttaseme saavutamine erinevates Euroopa riikides .....	27
Tabel 2.2 TA töötajate sihtarvu eesmärgid erinevates strateegiates .....	33
Tabel 2.3 Uute või oluliselt täiustatud toodete osatähtsus realiseerimise netokäibest: innovaatilised ettevõtted ja kõik ettevõtted .....	35
Tabel 2.4 Ettevõtete keskmine tööjõu tootlikkus sõltuvalt majandusharust .....	39
Tabel 2.5 Teaduse ja tehnika (HRST) töötajate aastane liikumine töökohtade vahel.....	41
Tabel 2.6 Eesti patenditaotluste arvu dünaamika.....	44
Tabel 3.1 Väärtusahelaid kujundavate tegurite kombinatsioonid ja vastavad ahelad.....	48
Tabel 3.2 Baasmuutujad tootmisfunktsiooni jaoks .....	57
Tabel 3.3 Testitavad välised tegurid. ....	57
Tabel 3.4 Mudelis kasutatavad tootmistegurid ja nende kirjeldavad statistikud.....	59
Tabel 3.5 Hinnangud ühise valimi ja erinevate sektorite lõikes. ....	61
Tabel 4.1. Valiidsuse hindekskaala .....	94
Tabel 4.2. Usaldusväarsuse hindekskaala .....	96
Tabel 4.3. Ökonoomsuse hindekskaala .....	97
Tabel 4.4. Rakenduse lihtsuse hindekskaala .....	98
Tabel 4.5. Mõju hindekskaala .....	100
Tabel 4.6 Ettevõtete ja ülikoolide vahelise koostöö indikaatorite hindamine.....	102
Tabel 4.7 Teaduse rahvusvahelistumise indikaatorite hindamine.....	106
Tabel 4.8 GBAORD jagunemine vastavalt NABS klassifikaatorile 2010 aastal.....	113
Tabel 4.9 Teaduse ühiskondliku (majandusliku) mõju indikaatorite hindamine .....	123

## Jooniste nimekiri

Joonis 2.1 Valitsuse sekkumise loogilise mudeli üldkuju (allikas: Wholey <i>et al</i> 2010: 57).....	17
Joonis 2.2 Indikaatorite seos loogilise mudeliga (autori koostatud).....	21
Joonis 2.3 Seosed TA kulutuste ja majanduskasvu vahel üle riikide.....	28
Joonis 2.4 Ettevõtlussektori TA kulutuste dünaamika Eestis .....	29
Joonis 2.5 T&A kulutused TA töötaja kohta, eurodes ostujõu pariteediga kohandatud.....	33
Joonis 3.1 Liikumine kõrgema lisandväärtusega, globaalselt integreeritud teenusmajanduse suunas (allikas: World Economic Forum 2012, autorite kohandus).....	50
Joonis 3.2 Eesti majanduses loodav suhteline lisandväärtus ja hõive (2011a seisuga), sektorite lõikes (allikas: Statistikaamet, autorite arvutused).....	63
Joonis 3.3 Eesti töötleva tööstuse suhteline lisandväärtus ja suhteline hõive (2011 a seisuga), harude lõikes (allikas: Statistikaamet, autorite arvutused).....	64
Joonis 3.4 Ühine valim, riikide lõikes tõhusaimad harud (kõrgtehnoloogilised punasega) (allikas: autorite arvutused).....	66
Joonis 3.5 Kuue sektori tõhusaimad harud võrdluses, koos tõhususte võrdeteguritega parima suhtes (autorite arvutused).....	67
Joonis 3.6 Harude tõhusused, keskmistatud üle riikide (autorite arvutused).....	67
Joonis 3.7 Kõrgtehnoloogiliste tööstusharude keskmine tõhusus riikide lõikes (autorite arvutused). ...	69
Joonis 3.8. Kõrgtehnoloogiline sektor harudena, riikide lõikes (autorite arvutused). ....	70
Joonis 3.9. Riikide järjestus kesktehnoloogiliste harude keskmise tõhususe järgi (autorite arvutused).	71
Joonis 3.10. Kesktehnoloogiliste harude tõhusus riikide lõikes (I) (autorite arvutused).....	72
Joonis 3.11. Kesktehnoloogilised harud riikide lõikes tõhususte järjestusena (II) (autorite arvutused).	72
Joonis 3.12. Riikide järjestus madaltehnoloogiliste harude tõhususe järgi (autorite arvutused). ....	73
Joonis 3.13. Madaltehnoloogilised harud riikide lõikes tõhususte järjestusena (autorite arvutused). ....	74
Joonis 3.14. Riikide järjestus teenusesektori harude tõhususe järgi (autorite arvutused).....	75
Joonis 3.15 Teenuste sektori harud riikide lõikes, tõhususte järjestusena (autorite arvutused).....	75
Joonis 3.16 Primaarsektori harud riikide lõikes, järjestatud tõhusustega (autorite arvutused). ....	76
Joonis 3.17 Riikide järjestus muude harude tõhususe järgi (autorite arvutused). ....	77
Joonis 3.18 Muude harude sektor: harude tõhusus riikide lõikes (autorite arvutused). ....	78
Joonis 3.19 Eesti majanduse sektoripõhised lisandväärtuse osakaalud ja tõhusused OECD kontekstis (allikas: statistikaamet, autorite arvutused).....	81
Joonis 3.20 Harude asümmeetrilise tõhususe alusel (ühine valim – OECD) (allikas: autorite arvutused).	81
Joonis 4.1 Eesti kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuse kulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt.....	104
Joonis 4.2 Eesti ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle .....	105
Joonis 4.3 GBAORD jagunemine vastavalt NABS klassifikaatorile Eestis: dünaamika üle aja .....	114
Joonis 4.4 Valitsussektori kulud Eestis vastavalt COFOG-i klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes.....	115
Joonis 4.5 Valitsussektori kulud Saksamaal vastavalt COFOG-I klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes .....	116
Joonis 4.6 Valitsussektori kulud Soomes vastavalt COFOG-I klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes .....	116
Joonis 4.7 Keskkonna osakaal GBAORD-is Euroopa riikides .....	117
Joonis 4.8 Tervishoiu osakaal GBAORD-is Euroopa riikides .....	118
Joonis 4.9 Üldiste tervishoiukulutuste (protsentides SKP-st) ja tervise valdkonna TA kulutuste seos	119
Joonis 4.10 Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaal kõigist lõpetajatest.	121
Joonis 4.11 Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaal kõigist lõpetajatest.	121



Joonis 4.12 Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaalu ja summaarse innovatsiooniindeksi seos üle Euroopa riikide.....	122
--	-----

## 1. Sissejuhatus

Teadus-arendustegevuse ning innovatsiooni (edaspidi ka TAI) poliitika kavandamine ja elluviimine eeldavad vältimatult erinevate kvantitatiivsete, kuid ka kvalitatiivsete näitajate kasutamist. Sihtindikaatorid on vajalikud erinevatel tasemetel, nii strateegiadokumentide tasemel kui ka konkreetsete poliitikameetmete tasemel. Innovatsiooni indikaatoreid võib kasutada mitmesugustel eesmärkidel, nt need võivad panustada otsustamisse, poliitikaprogrammide monitoorimiseks ja hindamiseks, orientiiride seadmiseks ja võrdluste tegemiseks nii üle aja kui riikide (Ekeland 2008). Sarnaselt sõnastas Godin (2002) et indikaatoreid ja statistikat võib kasutada neljal eesmärgil, need on teoreetilised, praktilised, ideoloogilised/sümboolsed ja poliitilised. Innovatsiooni indikaatorid võiks aidata ennustada majanduskasvu ja pikaajalist heaolu (Akerblom et al. 2008). Innovatsioonipoliitika peaks arvestama riigi spetsiifilist institutsionaalset ja majanduslikku keskkonda, samas kahjuks seni arendatud indikaatorid ei kata kõiki innovatsioonisüsteemi külgi piisavalt hästi (Schibany ja Streicher 2008). Erinevaid TAI indikaatoreid on kasutatud erineva sagedusega, nii nt on innovatsiooni (CIS) indikaatorid olnud seni poliitika tegemise allikana alakasutatud võrreldes näiteks T&A statistikaga (Akerblom et al. 2008, lk. 31), mida Arundel (2006) lähtudes poliitikakujundajatega tehtud intervjuudest põhjenda järgmiste teguritega: 1) paljudes riikides kasutatakse endiselt T&A subsidiume; 2) TA statistikat loetakse usaldusväärsemaks; 3) poliitikakujundajad pole teadlikud innovatsiooniuringute tulemustest.

Senised Eesti TAI poliitikat analüüsinud raportid on rõhutanud mitmeid probleeme selle valdkonnaga (vt ka käesoleva raporti esimene peatükk). Osa probleeme seonduvad taganttulevate riikidega (*catching-up countries*) problemaatikaga, nii on nende innovatsiooniprotsessid mitmest küljest üsna erinevad kõrgelt arenenud riikides: need riigid asuvad allpool rahvusvahelist tehnoloogia rada, neil on kitsam teadmiste baas, muutuv institutsiooniline raamistik, innovatsiooniprotsessid tuginevad väiksemal määral teadus- ja arendustegevusele ja enam teadmiste ülekandumisele. Samas teisalt on Ekeland (2008) märkinud, et makro taseme sisendi-väljundi indikaatorid on enam kasulikud just konvergeeruvatele riikidele ja vähem kasulikud orientiirina juba tehnoloogiliselt arenenud riikidele. Näiteks on öeldud, et laiemas mõttes iga indikaator majanduse või ühiskonna kohta on seotud teadmispõhise majandusega (Akerblom et al. 2008).

Innovatsiooni indikaatoritega seotud probleemid on samas üldisemad, kui ainult seotud Eesti olukorraga, meie poliitikakujundamise noorusega, väikeriikide või madalama tulutasemega riikide

eripäraga. Näiteks on öeldud, et olemasolevad indikaatorid on suure rõhuasetusega sisendite poolele, nihkega T&A tegevusel baseeruva innovatsiooni suunas, ja peegeldavad halvemini uut tüüpi innovatsioone, nagu avatud innovatsiooni (*open innovation*) või kasutajapoolset innovatsiooni (*user-driven innovation*). Teisiti, on ka öeldud, et indikaatorite suurim probleem on, et nad võtavad kinni seda, mida on võimalik kinni võtta (Ekeland 2008). On vajalik ka innovatsiooni leviku (difusiooni) protsesside parem kaetus, samuti on vähem uuritud teemaks innovatsioon avalikus sektoris. Indikaatorite klassifikatsioone ja liigitusi on mitmeid, üks võimalus indikaatoreid liigitada on sisendi (innovatsiooniprotsessi pandavad ressursid), protsessi (innovatsiooniprotsessi mõjutavad tegurid), väljundi (innovatsiooni vahetud tulemused, nt uued tooted) ja mõju indikaatoriteks (mõju teistele ettevõtetele, makromajandusele).

Käesoleva raporti üldisemaks eesmärgiks on anda panus Eesti poliitikakujundajatele innovatsiooni indikaatorite kasutamiseks nii uue programmiperioodi (2014-2020) teadus- ja arendustegevuse strateegias kui ka erinevate innovatsiooni ning teadus-arendustegevuse meetmete juures. Ka senises kirjanduses on rõhutatud, et tarvilik on indikaatorite arendajate ja nende kasutajate interaktsioon. Eesmärgi võiks täpsemalt piiritleda järgmiste tegevuste kaudu.

- Esiteks, teatud kohtades nõ pakkuda vastuseid (milliseid näitajaid ja kuidas peaks kasutama);
- teiseks, teha metoodilisi soovitusi, kuidas valida välja ja hinnata erinevate indikaatorite sobivust mingite meetmete täitmise hindamiseks;
- kolmandaks; anda soovitusi, kuidas võiks toimuda strateegia täitmise seire. Nimelt on iga-aastaselt on ministeeriumide (Haridus- ja Teadusministeerium, Majanduse- ja Kommunikatsiooniministeerium) koostöös valminud raportid TAI strateegia täitmise kohta, kuid ilmselt saaksid ja võiksid vastavad dokumendid olla senisest oluliselt analüütilisemad ja sisulisemad.

Senise strateegia täitmist on raportites vähemalt mingil määral analüüsitud (Aruanne...2011; Balti Uuringute Instituut 2011), niisiis piirdatakse nende põhiseisukohtade võimalikult lühikese summeerimisega, mida vajadusel täiendatakse omapoolse analüüsiga ja arvutustega. Eesti ettevõtete innovaatilist tegevust on näiteks põhjalikult analüüsitud hiljutises raportis (Reid et al. 2011), niisiis kohati piirdatakse vajadusel ainult selle põhiseisukohtadele viitamisega.

Indikaatorite arendamine peab olema seotud muu poliitika planeerimise protsessiga. Nii võib küsida, kas Eesti innovatsioonipoliitika senine fokuseeritus teadusele on mõjutanud ka strateegia täitmise

hindamiseks valitud indikaatoreid, seega ka muudatused poliitika rõhuasetustes peaks kajastuma ka valitud indikaatorites.

Käesoleva raporti struktuur on järgmine. Raporti teine peatükk kogub kokku senistest dokumentides toodud kriitika TAI indikaatorite kasutamise kohta Eesti poliitikas, annab ülevaate indikaatorite koostamise üldistest metodoloogilistest alustest ja analüüsib Eesti senise (perioodi 2007-2013) strateegia täitmist indikaatorite kaupa, diskuteerides lisaks ka muude võimalike indikaatorite sobivuse üle. Nii näiteks pole väga keeruline kritiseerida TA/SKP suhte 3% eesmärki, samas ka osundades, lähtudes ühelt poolt saavutamise võimalikkusest ka soovitatavusest. Raporti kolmas peatükk viib läbi ökonomeetrilise analüüsi, kus uuritakse teadus- ja arendustegevuse seost majanduse tegevusedukuse erinevates majandusharudes (kõrg-ja madaltehnoloogilistes) kasutades OECD riikide andmeid, eesmärgiga anda soovitusi Eesti TAI poliitika rõhuasetusteks. Raporti neljanda peatüki eesmärgiks on pakkuda välja üks võimalik eeskiri indikaatorite valikuks TAI poliitikatesse, ning väljapakutud skeemi näitlikustamiseks rakendatakse seda kolme valdkonna näitajatele, need on ülikoolide ja ettevõtete koostöö, teaduse rahvusvahelistumine ja teaduse ühiskondlik (majanduslik) mõju.

## **2. Eesti seniste T&A strateegiate täitmine rahvusvahelises võrdluses**

### **2.1. Kokkuvõte seniste raportite kriitikast Eesti indikaatorite süsteemi suhtes**

Käesoleva peatüki eesmärgiks on ühelt poolt täpsustada raporti probleemipüstitust, summeerides senise indikaatorite süsteemiga seonduvad puudused. Mitmed senised Eesti TAI poliitika kohta koostatud raportid on toonud välja mitmesuguseid kriitikaid TAI indikaatorite kasutamise kohta, seda nii viimase TAI strateegias toodud sihttasemete kohta, aga võib-olla isegi rohkem konkreetsetes meetmetes seatud näitajate kohta. Siinkohal on põhilised märkused üritatud võimalikult lühidalt summeerida koos autoritepoolsete märkustega, kuivõrd neid on võimalik arvestada. Eelkõige on siinkohal vaadatud kolme viimastel aastatel valminud analüüsi Eesti TAI poliitikate kohta, need on Riigikontrolli aruanne strateegias „Teadmistepõhine Eesti“ toodud riiklikke teadus- ja arendusprogrammide elluviimise kohta (Riigikontroll 2012), Balti Uuringute Instituut, Poliitikauuringute Keskus Praxis & Technopolis Group uuring Euroopa Liidu tõukefondide kasutamisest (Balti Uuringute Instituut 2011) ja Euroopa Teadusruumi Komitee (*European Research Area Committee*, ERAC) ekspertide poolt läbi viidud välishindamise tulemusi (Peer-Review...2012).

Alustuseks võib summeerida Riigikontrolli aruandes (Riigikontroll 2012) välja toodud probleeme teadus- ja arendustegevuse võtmevaldkondade programmide indikaatoritega seoses:

- Arengukavades tihti vajalikud indikaatorid puuduvad (nt energiatehnoloogia programm).
- Erinevates programmides kasutatakse liiga universaalseid indikaatoreid seda vaatamata programmide erinevatele eesmärkidele – see ei võimalda hinnata programmispetsiifilisi tulemusi.
- Pole alati võimalik hinnata programmide mõju Eesti majandusele (välja on toodud ainult üldised tegevused).
- Indikaatoritena kasutatakse programmiga vähe seotud näitajaid: kuna neid näitajaid mõjutavad ka muud programmiga mitteseotud tegurid (nt oodatavat eluiga ja rahvastiku tervislikku seisundit), pole võimalik välja tuua põhjuslikku seost programmi tulemuste ja nende näitajate vahel.
- Kasutatakse indikaatoreid, mille kohta andmeid ei koguta (mitmes programmis mainitakse välisprojektide arvu).
- Eesmärgid ja indikaatorid ei lange alati kokku (teadustegevus ja ettevõtlus).

Nagu näha, probleemide paljus ja indikaatorite kvaliteedi ebaühtlus üle programmide ka motiveeriks ilmselt mingi ühtse skeemi väljatöötamist. Ilmselt ei tugine ka senine indikaatorite väljatöötamine alati piisavale metoodilisele alusele, mida on üritatud teha käesoleva raporti viimases, neljandas, peatükis. Tundub ka, et mõnikord on rõhk selle mõõtmisel, mida on lihtsam mõõta, st rohkem sisendit ja tegevusi kui mõju ühiskonnale või majandusele. Nii rõhutab Riigikontroll (2012), et indikaatorid ei peaks peegeldama ainult elluviidud tegevuste arvu, vaid ka riiklike programmide mõju ühiskonnale (s.t. lisaks väljundiindikaatoritele kasutada ka mõjuindikaatoreid). Samas, probleemi on nähtud ka selles, kuidas reaalsed tegevused on seotud tulemustega. Liikudes edasi järgmise raportini, Balti Uuringute Instituut (2011, lk 14) kritiseerib, et strateegias pole välja toodud seoseid välja toodud tulemusindikaatorite ja reaalsete tegevuste vahel. Detailsemalt rõhutab aruanne rõhutab järgmisi momente indikaatorite osas (Balti Uuringute Instituut 2011):

- Rakenduskava tasandi indikaatorid: meetmete seos indikaatoritega on kohati segane (nt pole mõjuahelaid lahti kirjutatud), sellele vaatamata on neist mitmete täitmine edenenud jõudsalt. Samuti (lk 38) kritiseeritakse, et dokumentides pole lahti kirjutatud mõju saavutamise loogikat.
- Meetme tasandi indikaatorid: pole selge milline indikaator on millise alammeetmega seotud; pole välja toodud seoseid meetme indikaatorite ja rakenduskava indikaatorite vahel.
- Indikaatorid on koostatud rohkem eesmärgiga teha statistikat ega anna piisavalt infot meetme tegeliku efektiivsuse, vajaduse ja mõju kohta.

Kokkuvõttes aruanne rõhutas, et järgmise programmiperioodi eesmärgiks peaks tulenema sobiv indikaatorite süsteem, kuivõrd selle lühiajaline muutmine 2007-2013 programmiperioodi kestel pole võimalik (Balti Uuringute Instituut 2011).

Niisiis on nähtud probleemina poliitika mõju saavutamise loogika ebapiisavust. Niisiis on raportis (Balti Uuringute Instituut 2011, lk 15) koostatud TAO strateegia alusel viimase indikaatorite eesmärgipuu, mis peaks seda lünka täitma. Küsimus on ka selles, mida peaks strateegia eesmärkindikaatorite puhul ära tooma. Nt Balti Uuringute Instituut (2011, lk 17) kritiseerib, et poliitikadokumentides pole kahjuks ära toodud funktsionaalseid seoseid TA-sse tehtavate investeeringute suuruse ja majanduse TA ja tootlikkuse kasvu eesmärkide täitmise vahel. Siin võib kommentaariks öelda, et innovatsioonipoliitika analüüsis on sisend-väljund seoste analüüs saanud palju tähelepanu (nt lähtudes teadmiste tootmisfunktsiooni kirjandusest, lähtekohaks Griliches 1979 artikkel), samas need seosed pole kindlasti funktsionaalsed, deterministlikud, vaid me räägime pigem mingitest statistilistest seostest, mille tugevus pealegi varieerub üle aja kui ka üle analüüsitava majandusüksuste (ettevõtete, riikide vms). Samuti, mõjukanaleid TA kulutuste ja majandusedukuse

vahel võib olla mitmeid, nt teadmiste pagasi tõus, kõrghariduse kvaliteedi tõus, kasvanud absorbeerimisvõime (*absorptive capacity*); kasutamaks ära ja kombineerimaks juba loodud teadmist (Cohen and Levinthal 1989). Eesmärkide puhul peaks ilmselt lähem tähelepanu olema seosel sotsiaalmajandusliku arenguga, mitte niivõrd üldine kultuuriline ja ühiskondlik kasu, ja oleks ilmselt ebapraktiline kogu raportis toodud sekkumisloogika (lk 18) seoste modelleerimine.

Lisaks indikaatorite valikule on kritiseeritud ka nende sihttasemete senist valikut, ehki ülal viidatud probleemid seostega väljundnäitajatega seonduvad ka indikaatorite eesmärktasemete valimisega. Nimelt, kui kõrgharidusstrateegias olid määratletud ainult indikaatorid, siis TA strateegias ka nende sihttasemed. Detailsemalt, inimressursi arendamise rakenduskava (IARK) kohta rõhutati (lk 24), et kasutatud indikaatorite probleemiks on see, et arvestatakse tegevusmahtu jooksva aastal, samas informatiivsem oleks kasutada kumulatiivseid näitajaid. Majanduskeskkonna arendamise rakenduskava kohta mainiti probleeme, nagu 1) indikaatorite erinevus strateegias ja rakenduskavas, 2) alaplaneerimine, 3) liigne keskendumine sisendile. Probleem oleks ka see, et vaatamata indikaatorite eesmärktasemete saavutamisele oli tol hetkel näha, et TAI strateegiate põhieesmärgid jäävad saavutamata (nt T&A kulutuste osatähtsus SKP-s). Lisaks alaplaneerimisele on rõhutatud ka seda, et „Mitmete indikaatorite sihttasemed on samuti KH ja TA&I strateegiate ning RSKSi ambitsioonikate eesmärkidega võrreldes liiga madalad“ (lk 24)<sup>1</sup>, s.t. teisiti, esineb ebakõla strateegiate ja konkreetsete meetmete eesmärkide vahel. Raporti autorite hinnangul, siin võib olla küsimus nii poliitika planeerimise praktilises protsessis kui ka toodud probleemides nt seoste kohta.

Strateegia täitmise ülevaadetes on rõhutatud, et osade indikaatorite sihttasemete saavutamist on aidanud sügav majanduslangus (Aruanne strateegia 2011), mis on aidanud nt saavutada T&A kulutuste suuremat taset SKP-st olukorras kus Eesti TA süsteem elas majanduskriisi paremini üle kui muud sektorid. Siin on ilmselt tegemist üldise probleemiga suhtarvudega, nii nt ka riigivõla/SKP suhte näitaja puhul majanduslangus suurendab seda suhet murru nimetaja väiksema väärtuse kaudu. Teisalt, kiire majanduskasvuga riik peab oma T&A kulutusi suurendama rohkem indikaatori mingi sihttaseme saavutamiseks, viimane näitaja võib mingil määral ka seletada ka nt Norra madalamat taset selle näitaja osas mingil perioodil.

Indikaatorite valik tulevikus peab peegeldama ka poliitika muutunud rõhuasetusi – indikaator ei saa olla asi iseeneses, vaid peab tulenema poliitika eesmärkidest. Peer-Review (2012, lk. 23) soovitus oli

---

<sup>1</sup> Kasutatud lühendid: KH – kõrgharidus, .RSKS – riiklike struktuurivahendite kasutamise strateegia.

teatud prioriteetide muutus ja fokuseerimine väiksemale hulgale fookusvaldkondadele, mis vastavad otseselt Eesti majanduse ja ühiskonna vajadustele. Kui seni on olnud rõhk infrastruktuuri arendamisel (mis peegeldus ka seotud eesmärknäitajates, nagu ajakohastatud uute TA&I infrastruktuuride koguarv), siis korduvalt on rõhutatud inimkapitali rolli Eesti teadmispõhise ühiskonna arengut takistava võtmefaktorina (Peer-Review 2012, lk. 24). Teise olulise probleemina on nähtud tõsta süsteemi ühenduvust (*connectivity*), sealhulgas integreeritust rahvusvahelistesse võrgustikesse (eriti ettevõtete poole pealt, kuivõrd vähemalt Eesti tippteadus on hästi integreeritud rahvusvaheliselt) aga ka ettevõtete ja ülikoolide koostööd. Viimases osas on pakuti välja erinevaid meetmeid nagu välja haridust, uurijate mobiilsust tööstuse ja ülikoolide vahel, ülikoolide koostööprojekte äri sektoriga (Peer-Review 2012, 25). Mõned viidatud probleemikohad viitavad samas ka üheselt konkreetsele arvulisele näitajale väga väike TA tegevusega ettevõtete arv (*Ibid*, lk 26). Kõigi eesmärkide juures rõhutas raport eraldi, et uus strateegia saaks kasu selgelt defineeritud ja edukuse indikaatoritest (*Ibid*, lk. 25) ja tagasisidest poliitikutele eesmärkide saavutamise kohta, aga samuti ex-post poliitikate mõjude hindamist. Järgnevalt üritataksegi panustada sobivate indikaatorite väljavalimisse.

## **2.2. Indikaatorite koostamise metoodikast**

### **2.2.1. Üldine taust**

Käesoleva raporti keskseks objektiks on indikaatorid, mis on laialt kasutusel paljudes inimtegevuse valdkondades. Nende kasutuse ajalugu ulatub teadaolevalt vähemalt antiikaega, kui Egiptuses mõõdeti riigi iga-aastast viljasaaki kui riigi jõukuse näitajat. Indikaatorite kaasaegne rakendus avalikus sektoris seondub selliste mõistetega nagu uus haldusjuhtimine ja tulemuslikkuse juhtimine (vt Hood 1991). Et indikaatorite määratlemise ja valikuga tulemuslikult tegeleda, tuleb arvestada nendega seonduvat konteksti. Indikaatorid ei oma iseseisvat tähendust, neid tuleb käsitleda koos selle põhiprotsessiga, mille tulemuslikkuse kajastamiseks on nad disainitud. Järgnevalt ongi lühidalt käsitletud indikaatorite asukohta laiemas raamistikus, teemaga seonduvaid mõisteid ja tähtsamaid järeldusi indikaatorite määratlemiseks ning kasutamiseks.

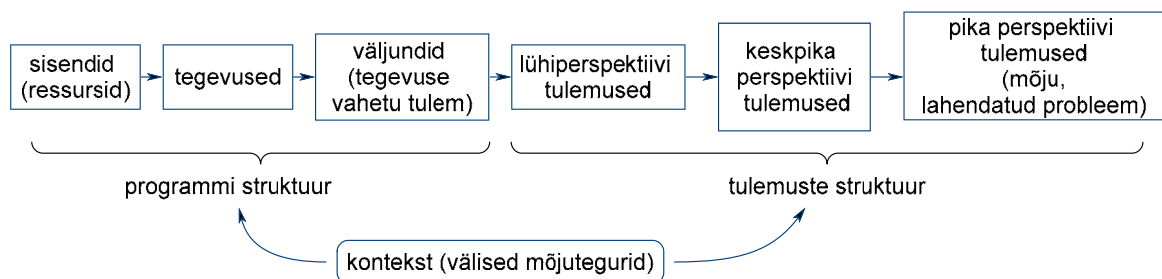
Kui tulemust defineerida ei suudeta, ei saa seda ka mõõta ega juhtida (Armstrong 2009: 30). See mõte sobib hästi indikaatorite teema iseloomustamiseks, et indikaatorite käsitus algab juba enne indikaatorite vahetut määratlemist. Kõige üldisem raamistik, kuhu indikaatorid kuuluvad, on tulemuslikkuse juhtimine (ka tulemuspõhine juhtimine, tulemusjuhtimine). Armstrong (2009:9) defineerib seda süsteemina, kus organisatsioon seab endale eesmärgid, sätestab tulemuslikkuse



standardid, võimaldab tagasisidet tulemuslikkusest, määratleb ülesanded ja arenguvajadused ning premeerib tulemuslikkust. Seotud mõisted on ka tulemuslikkus ja selle mõõtmine. Tulemuslikkus (*performance*) on protsessi, toote või teenuse väljund ja selle tulemus, võrrelduna eesmärkide, standardite, eelnevate tulemuste või teiste organisatsioonidega (Baldrige Glossary 2013). Tulemuslikkus on suhteline mõiste, mille hindamiseks on vaja saavutatud tulemusi suhestada mingi võrdlusbaasiga, olgu need siis teostaja eelnevad saavutused, mingid tunnustatud standardid, püstitatud eesmärgid või konkurentide vastavad tulemused. Seostades tulemuslikkuse juhtimise eelarvestamisega, saadakse tulemuspõhise eelarvestamise süsteem. Kõikides nendes süsteemi osades kasutatakse indikaatoreid, mida võib nimetada süsteemi ühendavaks lüliks.

Tulemuslikkuse mõõtmine on indikaatorite valik, arendamine ja pidev kasutamine otsustusprotsessis (Results-Based Management Lexicon 2013). Tulemuslikkuse mõõtmise süsteemid on kasutusel nii tulemuslikkuse hindamisel kui juhtimisel, võimaldamaks asjakohast tagasisidet otsustamisel ja protsesside pideval täiustamisel (Wholey *et al* 2010:100).

Indikaatoritega seostub veel üks oluline kontseptsioon, millele tugineb kogu tänapäevane avaliku sektori programmide (valitsuse sekkumise) planeerimine, juhtimine ja hindamine. Selleks on loogiline mudel (ka: programmi loogika mudel, põhjenduste ahel, tegevuste teooria, tulemuslikkuse raamistik). Loogiline mudel tähendab usutavat ja mõistlikku programmi (riigi sekkumise) toimimise mudelit, millega kirjeldatakse antud tingimustel, antud probleemide lahendamist (Wholey *et al* 2010: 56-57). Kontseptsioon leidis esmarakendust 1960-ndatel, kuid suurema tähtsuse saavutas 1990-ndatel, kui USA otsustas föderaaltasandil üle minna formaliseeritud tulemusjuhtimise süsteemile. Selles süsteemis tuleb valitsuse programme kirjeldada loogiliste mudelite abil. Mudel käsitleb programmi elemente (vt Joonis 2.1) ja selle toimimise loogikat. Mudeli elementideks on sisendid, tegevused, väljundid, kliendid, lühiajalised-, keskpikad- ja pikaajalised tulemused ning asjakohased välismõjud.



**Joonis 2.1** Valitsuse sekkumise loogilise mudeli üldkuju (allikas: Wholey *et al* 2010: 57).

Need elemendid jaotuvad mudeli kolmeks põhiosaks: programmi struktuur, tulemuste struktuur ja kontekst. Toodud vorm ei ole ainuke võimalikest, programme võib kirjeldada ka nt tabelite või tekstina. Mudeli elementidel on järgmine tähendus (Wholey *et al* 2010:57):

- sisendid – programmi teostamiseks vajalikud ressursid (inimesed, raha, seadmed jne);
- tegevused – programmi väljundite saavutamiseks vajalikud protseduurid;
- väljundid – tegevuste vahetud tulemused, otseselt seostatavad tegijatega;
- tulemused – programmi väljundite põhjustatud muutus. Paljud soovivad muutused on pikaajalised ja mitmeetapilised (nt suitsetamise vähendamine), mistõttu tulemused jaotatakse omakorda kolmeks ajaliselt järgnevaks osaks. Viimane, pika perspektiivi tulemus ehk mõju on see, miks programm üldse luuakse. Erinevused väljundi ja tulemuse vahel – väljund on programmi tegevuste otsene ja mõõdetav saadus, sageli väljendatud mahu või hulga. Tulemused on väljundite põhjustatud muutused, iga tulemus on üldjuhul seotud rohkem kui ühe väljundiga.
- kontekst – välised mõjutegurid, mis pole programmi teostajate kontrolli all, aga võivad mõjutada planeeritavaid tulemusi nii positiivselt kui negatiivselt. Tihti jaotatakse programmi alguses kaasnevateks teguriteks ja hilisemateks, programmi arenedes tekkivateks (programm võib mõjutada keskkonda ja seeläbi ka enda arengut).

Programmide elluviimise edukuse hindamisel on probleemiks ajaline nihe programmi väljundite ja nende tekitatud mõju vahel, mis võib olla aastaid. Väljunditega lõpeb üldjuhul ka vahetu kontroll programmi üle, väljundite tekitatavaid muutusi hakkavad mõjutama juba kõikvõimalikud välised tegurid. Mida pikem aeg väljundi saavutamise ja mõju tekkimise vahele jääb, seda enam kontrollimatuid tegureid sellesse ahelasse sekkub. Kuid avalikus sektoris on just see ajaliselt kaugel asuv mõju oluline, mida tuleks hinnata.

Keskne probleem, millest sai alguse ka loogiliste mudelite kasutamine, seisnes USA keskvalitsuse suutmatuses adekvaatselt hinnata riiklike programmide edukust 1960-ndatel, seda suurte kulutuste juures nii hariduses, tervishoius kui elamuehituses. Vaja oli adekvaatset tagasisidet nii programmide juhtidele kui poliitikutele. Selle probleemi lahendusena pakkus Joseph Wholey programmide eelhindangu meetodikat (Wholey 1979). Nimetatud meetodika abil hinnatakse programmi nõuetekohast teostust ja valmisolekut lõplikuks tulemuslikkuse hindamiseks (Trevisan 2007). Meetodika idee seisneb selles, et enne programmi lõplikku hindamist on vaja kindlaks teha, kas kõik eelnevad etapid on korrektselt teostatud, sealhulgas:

- on olemas mõõdetavad, tähtsamate huvigruppidega kooskõlastatud eesmärgid,

- programmi struktuur on adekvaatne ja ressursid piisavad,
- kasutatakse asjakohaseid indikaatoreid.

Eelhinnangu korral rakendatakse programmi teostajate jaoks küsimustikku, mis koosneb neljast osast: programmi eesmärk (osakaal 20%), strateegiline planeerimine (osakaal 10%), juhtimine (osakaal 20%), tulemused (osakaal 50%). Tulemusena saadakse hinnang skaalal: efektiivne, mõõdukalt efektiivne, adekvaatne, ebaefektiivne. Ilma korrektse eelhinnanguta ei ole programmi tulemuslikkuse hinnang usaldusväärne, näiteks võib ebarahuldava tulemuslikkuse põhjuseks olla programmi alarahastatus, mistõttu programmi mõju ei olegi hindamiskõlblik.

Loogilise mudeli põhjuslike seoste ahela alusel on selge, et põhjusi ebaeduks võib olla palju, seda kõikides programmi etappides. Sisendid ei pruugi olla eesmärgi saavutamiseks piisavas mahus või kvaliteedis, tegevus ei pruugi olla piisavalt tõhus, väljundid ei pruugi vastata vajalikule tasemele või kvaliteedile jne. Mõistetav on ka see, et suurte ja kulukate programmide teostamisel ei saa oodata programmi lõpuni, et siis tuvastada edu või ebaedu. Selline lähenemine läheks lubamatult kulukaks. Seetõttu kasutatakse Wholey loodud metoodikat juba programmi disaini faasis, et vältida võimalikku läbikukkumist. Kõigis nendes kirjeldatud aspektides on oluline roll indikaatoritel.

### **2.2.2. Indikaatorid**

Eelnevalt kirjeldati üldist raamistikku, kuhu asetuvad ka indikaatorid. Sellest lähtub, et indikaatoritel on tulemusjuhtimises täita oluline roll, samas puudub neil iseseisev väärtus, arvestama peab alati kontekstiga. Indikaatorid pakuvad tuge põhiprotsessidele, moodustades tagasisideahelad, mida saab kasutada loogilise mudeli kõikide elementide vahel. Tagasisidest, mille juured ulatuvad küberneetikasse (Neely 2007:413), on teada, et seda saab moodustada suvalise ahela väljundi ja sisendi vahel. Loogilise mudeli iga järgnev etapp on eelmisele väljundiks. Peamine põhjus tagasiside kasutamiseks (nii tehnikas kui juhtimises) on vajadus tagasisidestatunud ahela (protsessi) toime korrigeerimiseks, et see vastaks soovitud tulemustele. Tagasisidest sõltub, kas teostajad ja vastutajad on informeeritud programmi arengust, et õigeaegselt ja soovitud suunas reageerida. Tagasiside disainitakse töötama koos põhiahelaga ja selle edukust hinnatakse põhiahela toimimise alusel. Praktikas aga sageli keskendutakse indikaatorite teema juures kitsalt ainult indikaatoritele, vaatamata laiemat konteksti, nagu eelhinnangu kirjeldamisel sai märgitud. Kui programm ei toimi, ei pruugi viga olla üldse indikaatorites, põhjuseid võib olla palju ja hoopis mujal. Küll aga ei tähenda see, et indikaatorite juures ei oleks olulisi aspekte, millega arvestada.

Mis tähendus on indikaatoril? Indikaator on kvantitatiivne või kvalitatiivne tegur või muutuja, vahend mis võimaldab lihtsat ja usaldusväärset saavutuste mõõtmist, kajastada sekkumise tagajärjel toimunud muutust, hinnata osalejate tulemuslikkust (OECD 2002). Indikaatoreid saab klassifitseerida mitmeti, üks võimalus on jaotada need kolme rühma, mis sobituvad loogiliste mudelitega (Franceschini *et al* 2007: 14-15):

1. esmased indikaatorid: iseloomustavad sisendis kasutatavaid ressursse
  - a. nt töötajate arv, töötajate haridustase
2. protsessi indikaatorid: iseloomustavad protsesside toimimist
  - a. nt ühikukulu, tarneaeg, tsükliäeg, tööviljakus, vigade sagedus
3. tulemusindikaatorid: iseloomustavad protsesside tulemusi
  - a. Iseloomustavad väljundeid, tulemusi, mõju. Nt teenindatud inimeste arv, töötuse määr, inimarengu indeks.

Lisaks indikaatorile kasutatakse ka teisi termineid nagu näitaja, mõõdik. Mitteranges käsitluses on neil kõigil sama tähendus, kuid rangelt võttes on nad siiski erinevad. Indikaator võib olla lihtsalt kvalitatiivne, tähistades suunda või mingit vahemikku, selleks kasutatakse tihti valgusfoori värve. Nt roheline näitab, et suund või tase on sobilik, kollane näitab tekkivat hälvimist soovitatavalt arengurajalt ja punane juba tõsist kõrvalekallet, mis vajab kohest sekkumist. Mõõdik sisaldab lisaks ka kvantitatiivset informatsiooni, koosnedes arvust ja mõõtühikust, kus arv näitab ulatust (kui palju) ja mõõtühik annab tähenduse (mida). Lihtsustamise eesmärgil on antud töös järgnevalt kasutatud indikaatorit ja teisi analoogseid termineid sünonüümidenä. Indikaatoreid võib jaotada veel järgmiste tunnuste alusel (Franceschini *et al* 2007: 77-80):

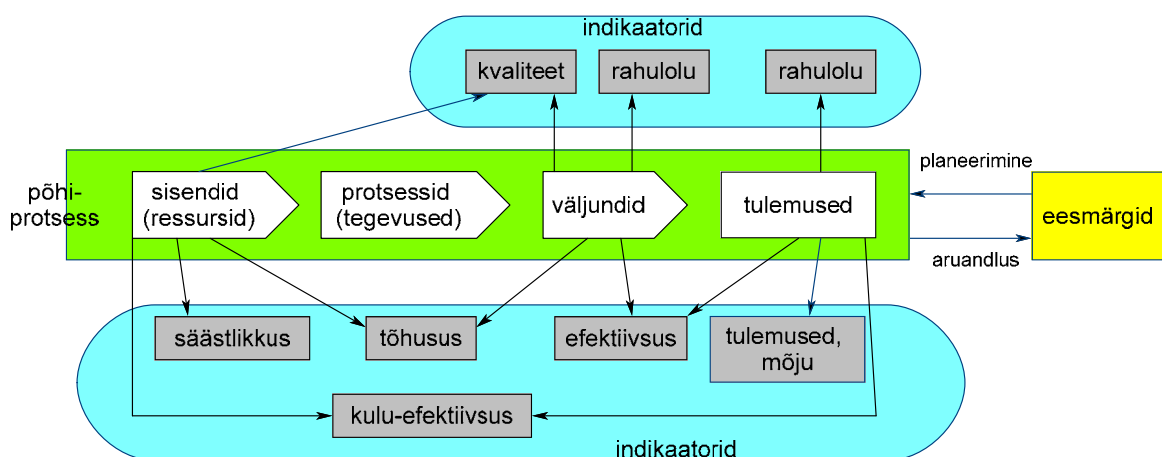
- objektiivsed (toodangu kogus);
- subjektiivsed (nt rahulolu teenusega);
- baasilised (saadud otsese mõõtmise või vaatlusega);
- tuletatud (süntees mitmest allikast/baasindikaatorist).

Objektiivsus või subjektiivsus iseenesest ei saa olla aluseks, hindamiseks indikaatori sobivust (kvaliteeti, efektiivsust). Peamine on valiidsus, et indikaator mõõdaks seda, mida me tahame, et ta mõõdaks, ning usaldusväärsus, st samadel tingimustel saaks sama tulemuse. Erinevat tüüpi indikaatorid moodustavad seotud kogumi. Vundamendiks on baasindikaatorid, nendest moodustatakse tuletatud indikaatorid ja indikaatorite komplektid. Iga indikaatorite komplekt esindab mingi protsessi konkreetset funktsiooni. Kõrgeima tasandi moodustab tulemuslikkuse mõõtmise süsteem (Franceschini *et al* 2007:13). Mõõdikutel on kolm peamist funktsiooni (samal:10-11):

- Kontroll. Võimaldab juhtidel hinnata ja kontrollida kasutatavate ressursside tulemuslikkust.
- Suhtlus. Lisaks sisemistele huvigruppidele võimaldab ka väliste huvigruppide teavitamist.
- Täiustamine. Indikaatorid võimaldavad puuduste tuvastamist, olles aluseks sekkumisele ja täiustamisele.

Oluline koht indikaatorite hulgas on võtmenäitajatel (*KPI - Key Performance Indicator*). KPI-d esitavad kõige olulisemat teavet tulemuslikkusest, mis võimaldab nii töötajatel kui huvigruppidel mõista, kas organisatsioon on oma tegevusega õigel teel. Et tulemuslikkuse informatsioon on praktiliselt piiramatu mahuga, on KPI-de eesmärgiks taandada tulemuslikkuse mõtestamisel kogu keerukas ja suuremahuline teave väikesele arvule võtmenäitajatele, et muuta see kergemini hoomatavaks (Advanced Performance Institute 2013). KPI aluseks on idee, et paljud kompleksed nähtused taanduvad vähestele arvule juurpõhjustele. Leides need juurpõhjused ja seostades need adekvaatsete mõõdikuga, saab olulisel määral vähendada otsustamiseks tarviliku teabe mahtu. Võtmenäitajate määratlemine ei ole üldjuhul lihtne ülesanne, see eeldab hinnatavate protsesside põhjalikku tundmist. Kirjanduses on toodud küll erinevaid numbreid, kuid organisatsiooni tasandil jääb võtmenäitajate hulk üldjuhul vahemiku 5-15 (vt nt Armstrong 2009: 233-234). Sellest hulgast näitajatest peaks piisama, et otsustada organisatsiooni arengu edukuse üle.

Järgneval joonisel (vt Joonis 2.32) on toodud tüüpiliste indikaatorirühmade seosed loogilise mudeli etappidega. Siin on võimalik eristada eelnevalt märgitud jaotusi, nagu objektiivsed (vahetud tulemused), subjektiivsed (rahulolu), tuletatud (tõhusus, kuluefektiivsus). Sisendeid saab kirjeldada objektiivsete baasindikaatoritega, nagu töötajate haridustase, eelarve suurus jne.



**Joonis 2.2** Indikaatorite seos loogilise mudeliga (autori koostatud).

Mudelist nähtub, et indikaatorid on kasutatavad mudeli kõigis etappides. Mudelis on eraldi etapina toodud eesmärgid, mis on mudeli (strateegilise planeerimise ja juhtimise) alguseks ja lõpuks. Planeerimine algab eesmärkide püstitamisest ja aruandlus lõpeb saavutatud tulemuste ning seatud eesmärkide võrdlemisega. Eesmärkidest tulenevad mõõdikute sihtväärtused. Halvasti sõnastatud eesmärk ei võimaldagi efektiivselt tegutseda. Strateegilise juhtimise kirjanduses väidetakse, et indikaatorid tulenevad strateegilise juhtimise ja planeerimise aluselementidest: missioonist, sihtidest, eesmärkidest ja vahel ka teenuse standarditest (Poister 2003:58). Nendega määratakse juba liikumise suund, millest tulenevad omakorda sellega seotud indikaatorid. Kui sihtkoht on täpselt määratud, siis indikaatorite ülesandeks jääb teavitada, millal sinna kohale jõutakse. Kuigi alati on abiks programmi loogilise mudeli koostamine, on mõnikord ka täiesti piisav korrektselt sõnastatud eesmärkide olemasolu, et määratleda sobivad indikaatorid (*ibidem*). Praktikas paraku eksitakse selle vastu sageli, asudes määratlema indikaatoreid, omamata samas selget ettekujutust programmi eesmärkidest. Paraku, kui sihtkoht on ebaselge, ei saa kuidagi määratleda indikaatorit, mis teavitaks sihtkohta saabumisest.

Et eesmärgid aitaksid indikaatorite valikul, peavad nad vastama lühendiga SMART väljendatud tingimustele (Armstrong 2009:100):

- *Specific* : konkreetsed,
- *Measurable* : mõõdetavad,
- *Achievable* : saavutatavad,
- *Relevant* : asjakohased,
- *Time framed* : ajas piiritletud.

Korrektne eesmärk annab teada, mida tehakse, kui palju tehakse, kes teeb ja mis ajaks tehakse. Ning see kõik on ka reaalselt saavutatav. Üldiselt on kirjanduses valdav seisukoht, et enamasti kahjuks ei vasta avalikus sektoris programmide (ja ka teiste ettevõtmiste) eesmärgid SMART nõuetele. Seetõttu on ka riikides, kus on valitsussektoris juurutatud tulemusjuhtimine, toodud lisaks ka nõuded eesmärkide sõnastamiseks, et saavutada selline vastavus. Täheleb, kui indikaatorite määratlemisel tekivad raskused, siis tasub tähelepanu suunata esmalt eesmärkidele.

Eesmärkide vastavus SMART nõuetele võib tekitada ka negatiivseid efekte, kui need nõuded on kõikides toodud aspektides liiga ranged, mis viib fookuse liiga kitsaks, jättes kõrvale vähemtähtsad, ent siiski vajalikud aspektid. Ordóñez *et al.* (2009) toob selliste tuntumate ja avalikkuses suurt vastukaja leidnud näidetena Enroni juhtumi ja Ford Pinto arenduse<sup>2</sup>. Eesmärkide liigne rangus võib viia

---

<sup>2</sup> 1960-ndatel püstitas Ford Motor Co ambitsioonika eesmärgi iga hinnaga 1970 a. turule tuua ökonoomne väikeauto, seades juhtkonnale karmid ajapiirangud. Et autode ohutus ei olnud eesmärgiks, otsustas juhtkond, teades auto bensiinipaagi

ebaetiliste võtete kasutamiseni eesmärkide saavutamisel (nt remonditakse asju, mis polegi katki) ja pettuseni (kliendile esitatakse arve töötundide eest, mida pole tehtud).

Ka indikaatorite jaoks on sõnastatud üldised tingimused, millele efektiivsed indikaatorid peaks vastama. Tulemuslikkuse indikaatorid peavad soovitavalt vastama CREAM nõuetele (Kusek, Rist 2004: 68):

- *Clear* : täpne ja üheselt mõistetav
- *Relevant*: asjakohane
- *Economic*: mõistlike kasutuskuludega
- *Adequate*: võimaldab piisavat alust tulemuslikkuse hindamiseks
- *Monitorable*: allub sõltumatule kinnitamisele.

Toodud tingimustest mõne mittetäitmine mõjutab otseselt indikaatorite kasutusväärtust. Milliseid indikaatoreid üldse kasutada, see oleneb paljuki tegevusvaldkonnast, huvigruppide soovidest. Erasektoris mõjusid üldjuhul ei hinnata, avalikus sektoris peaks need olema peamised. Viimasel kümnendil on arenenud riikides avalike programmide hindamisel toimunud rõhuasetuse muutus sisendipõhistelt indikaatoritelt (kuluparadigmalt) väljundi- ja tulemuspõhistele. Sest tulemused ja mõju on programmi rakendamise aluseks. Säästlikkus on tüüpiline mõõdik avalikule sektorile, tõhusus juba vähemkasutatav. Erasektoris jällegi tõhusus on väga oluline, säästlikkus eraldivõetuna mitte nii oluline, sest see sisaldub juba tõhususes. Kvaliteet ja rahulolu on erasektoris olulised, avalikus vähemkasutatavad. Tulemustega rahulolu on avaliku sektori pärusmaa, kuigi praktikas ei ole veel täiel määral juurdunud. Praktikas tõstatub alati küsimus, kui palju peaks mõõdikuid olema? Ühest vastust sellele ei ole, aga üldisi suunised saab siiski anda. Minimaalselt vajab iga eesmärk ühte mõõdikut. Ja teine kriteerium on selline, et ainult niipalju, et saaks vastuse küsimusele – kas eesmärk on saavutatud? Iga mõõdik on väärt midagi ainult siis, kui seda kasutatakse. Ja mõõdikute rakendusega kaasnevad kulud. Seega on mõõdikute arvu määramine optimeerimisülesanne – niipalju kui vaja, ja nii vähe kui võimalik<sup>3</sup>. Mõõdikute iseloomu ja arvu juures tuleb arvestada ka erinevate rakenduse tasanditega. Mõjuindikaator on vajalik programmi tasandil, sest programm on ellu kutsutud mõju saavutamiseks. Madalamatel tasanditel panustatakse programmi mingite väljunditega, mis on seega loogilise mudeli kontekstis kõrgeima taseme vajalikud indikaatorid, seda eelkõige efektiivse juhtimise jaoks. Tõhususe indikaatorid on kasutusel nii madalamatel juhtimistasanditel kui programmi tasandil, väljendatud

---

ohtlikust disainist, selle ikkagi müüki paisata. Sest juhtkonna arvutuste kohaselt olid tõenäoliste kohtuasjade kulud väiksemad kui disaini muutmise kulud. Tulemuseks 53 hukkunut ja palju vigastatuid.

<sup>3</sup> vt Armstrong (2009: 233-234)

ühikukuluna. Sisendite iseloomustamine on samuti vajalik nii programmi kui madalamatel tasanditel. Programmi jaoks on vaja teada koguressurssi (eelarve, inimesed), millest edasi järgneb planeerimine madalamatel tasanditel. Programmi tasandil on mitmete OECD riikide näitel tulemusindikaatorite arv vahemikus 1-3. Nendest peaks piisama, et hinnata mõju saavutamist. Madalamaid tasemeid avalikus aruandluses välja ei tooda, need on organisatsioonisisised ja sõltuvad juba nii juhtimisvõimekusest kui muudest asjaoludest. Organisatsioonitasandil võib mõõdikute osas soovitada tasakaalus tulemuskaardi metoodikat ja selles toodud soovitusi.

Siinkohal tuleb märkida, et eeltoodud raamistik on normatiivse iseloomuga. Rakendusel esinevaid kõikvõimalikke probleeme siinkohal ei käsitleta, need on juhtumispetsiifilised ja eeldaksid seetõttu eraldi uuringut. Mõningad rakendusel esinevad tüüpilisemad probleemid on alljärgnevalt siiski välja toodud, need esinevad suure tõenäosusega ka kohalikes oludes.

Indikaatorite juures tasub silmas pidada ka võimalikke kasutamise seotud negatiivseid efekte, viimaste teadvustamine aitab vähendada nende ebasoovitavat mõju tulemuslikkusele. Üks efekt, mis võib avalduda väga erinevates vormides, on oportunistlik käitumine. Eelarve kulutamine võetakse omaette eesmärgiks, mis võimaldab soodustada avalike vahendite raiskamist. Avalikus sektoris on sisendipõhised indikaatorid tugevalt juurdunud ja nende asendamine väljundi-ning tulemuspõhistega mahukas ülesanne, mida on lahendatud mitmetes arenenud riikides ka seadusandlikul tasandil.

Teine probleem, mida tihti märgitakse, on mõõdikute sihtväärtuste seadmine tasemele, mis ei nõua mingit pingutust ega arengut (nõ lattu seatakse põlvkõrgusele) (vt ülevaadet probleemidest Neely 2007:423). Sellest tuleneb "õigustatud" võimalus alati tulemustasu maksta. Kui turul analoogset teenust ei pakuta ja võrdlusemoment puudub, on märgitud probleem tüüpiline unikaalsete teenuste osutajatele (avalik sektor, riigiametid). Iseloomulikke näiteid absurdini küündivatest indikaatorite väärakendustest UK meditsiinisüsteemis toob de Bruijn (2007:17-33):

- haiglates võeti eesmärgiks ooteaja lühendamine, vastukaaluks sellele kordistasid haiglad mõõtmise hetkeks koosseisu ja lühendasid ooteaega, küll aga ei lühenenud ooteaeg muul ajal;
- patsiendid jäeti ootele erakorralise meditsiini osakonnas, sest eesmärk oli statsionaaris ooteaega lühendada;
- ooteruumist suunati patsiendid haigla koridori, sest seal ootav patsient enam arvesse ei läinud;
- haiglatele maksti preemiat, kui nad suutsid lühendada patsiendi ooteaega vastuvõtust ravi alustamiseni. Haiglad kohanesid kiirelt ja teenisid preemiat, sest saabunud patsiendi juurde



tõttas kiirelt õde, kes teatas ravi alustamisest. Formaalselt vähenes ooteaeg nullini, tegelik ravi ei alanud aga veel niipea.

Lõpptulemusena selline indikaatorite rakendamine diskrediteerib nii tulemusjuhtimist ennast kui soodustab raiskamist. Selliste probleemide vältimiseks ongi mitmetes arenenud riikides rakendatud loogilise mudeli alusel teostatavat hindamist, mis peaks need kitsaskohad avastama. Indikaatorite valikul peab arvestama tasakaaluga, kunagi ei ole kõik mõõdikud samaaegselt ühtmoodi head. Perfektsust ei ole mõtet üritada, indikaatorite hulgast tuleb teha valikuid (vt peatükk 4). Tulemuspõhiste mõõdikute rakendamisel tuleb arvestada, et soovitavad mõjud on tõenäosuslikud, neid prognoositakse. Eesmärk on mõju kirjeldavate indikaatorite sihtväärtustele läheneda. Otsene vastutus peaks piirnema vahetu tulemuse – väljundiga. Hälve lõpptulemusest on sisendiks organisatsioonilisele õppimisele, teadmuse kasvule.

Et mõõdikute kasutusega kaasnevad kulud, peab hindama nende kasutamise tulu-kulu suhet. Enesekontrolliks võib kasutada järgmisi küsimusi:

- kas me tõesti vajame seda näitajat?
- kas me talume sellega lisanduvat koormust?
- kas selle näitaja jaoks on andmeid?
- on see näitaja kriitilise tähtsusega?

Vastates neile küsimustele jaatavalt, on ilmselt mõõdiku rakendamine õigustatud. Kindlasti tasub siin hoida konservatiivset joont ja võimalikke kasusid mitte ülehinnata ega kulusid alahinnata.

### **2.3. *Strateegiate täitmise ülevaade indikaatorite kaupa*** **T&A maht suhtena riigi SKP-sse**

Eesti on nii perioodi 2007-2013 TAI strateegias kui ka Eesti 2020 strateegias võtnud üle ambitsioonika Lissaboni eesmärgi. Konkreetsemalt, Eesti (2020) strateegias oli eesmärgiks tõsta TA kulutuste osakaal SKP-st tasemele 2% SKP-st 2015 aastaks ja tasemele 3% 2020 aastaks. Alati võib esmalt küsida, on see eesmärk sisuliselt soovitatav, nt kas see aitab saavutada suuremat heaolu taset majanduses läbi tootlikkuse kasvu. Majandusteoreetilistest mudelitest on võimalik põhimõtteliselt tuletada riigi optimaalne T&A intensiivsuse tase. Turutõrgete puudumisel mudeli loogika on nt selline, et tööjõudu võib kasutada kas teadmiste loomises või lõpptoodangu tootmises: suurem teadus-arendustegevuse osakaal tähendab kõrgemat tehnoloogia trajektoori, aga samas ka väiksemat lõpptoodangu loomist.

Samas reaalsusele lähedasem mudel arvestaks sellega, et reguleerimata turumajandus ala-investeerib teadus- ja arendustegevusse seoses mingite turutõrgetega (mis on ka üldisemalt argument TA riikliku toetamise poolt). Näiteks Jonesi ja Williamsoni (2000) mudel lähtus järgmistest turumoonutustest: kasumi omastamine (*surplus appropriability*), ülekandeeffektid (*knowledge spillovers*), loov hävitamine (*creative destruction*), dubleerimise välismõjud (*duplication externalities*). Nii näiteks Kim (2007) tuletas Lõuna-Korea puhul optimaalseks osakaaluks lähtudes Jonesi ja Williamsoni (2000) mudeli modifikatsioonist 3.32% (1.8 korda kõrgem tegelikust).

Teine küsimus on, milline on T&A kulutuste ja SKP (või tootlikkuse) seos. Kui vaadata andmeid üle riikide (Joonis 2.3), siis pigem ilmneb tendents, et rikkad riigid kulutavad enam T&A-le, kuid seos T&A intensiivsuse ja majanduskasvu vahel on tihti võrdlemisi nõrk (ainult OECD riikide valimis võib see olla isegi kergelt negatiivne). Samas esineb OECD riikides positiivne seos ühelt poolt ärisektori TA kulutuste ja SKP suhte, ning teiselt poolt tegurite kogutootlikkuse kasvu vahel (Guellec 2013). Võimalus on samuti, et seos TA kulutuste ja kasvu vahel on mittelineaarne, nt on vajalik mingi nõ kriitiline TA kulutuste tase, et tugev positiivne seos avalduks (ettevõtte andmetel on seda leidnud Kancs ja Siliverstovs 2012).

T&A ja SKP suhte indikaatori kõige suurem probleem on see, et mida efektiivsem on teadus- ja arendustegevus ning innovatsioon, seda suurem on SKP, ja seda madalam on ka see indikaator (Ekeland 2008). Lissaboni ja Barcelona 3% eesmärgi mittesaavutamise osas on viidatud, et ettevõtlussektori T&A kulutuste kasv eeldab struktuurseid muutusi majanduses ja seetõttu paratamatult ei saa väga kiiresti toimuda (lk 26).

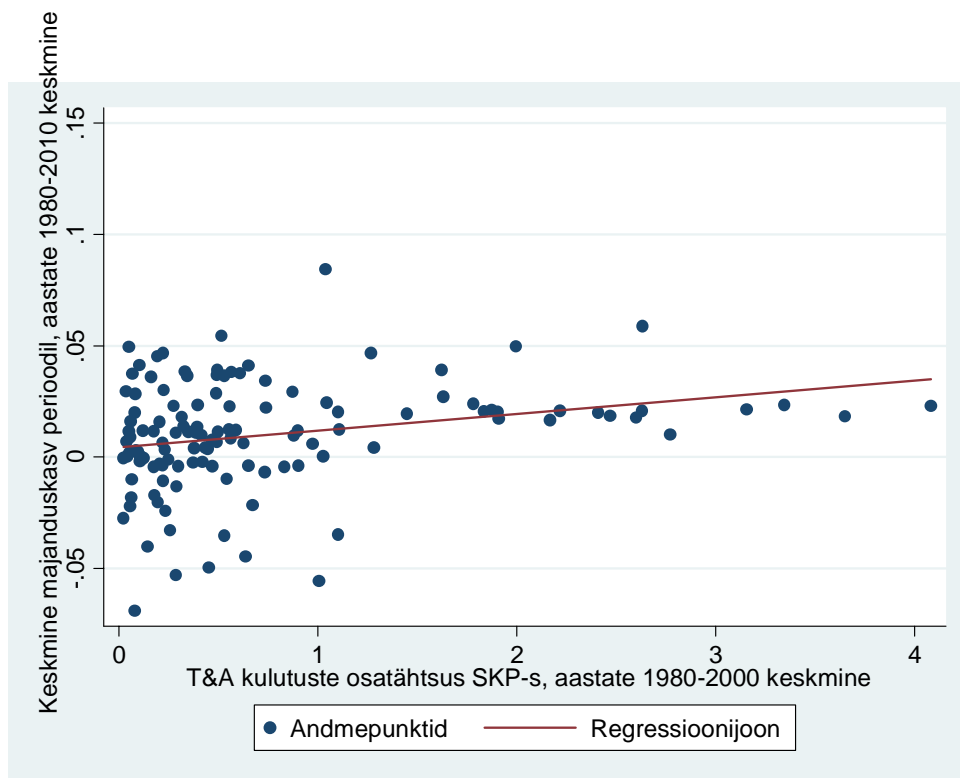
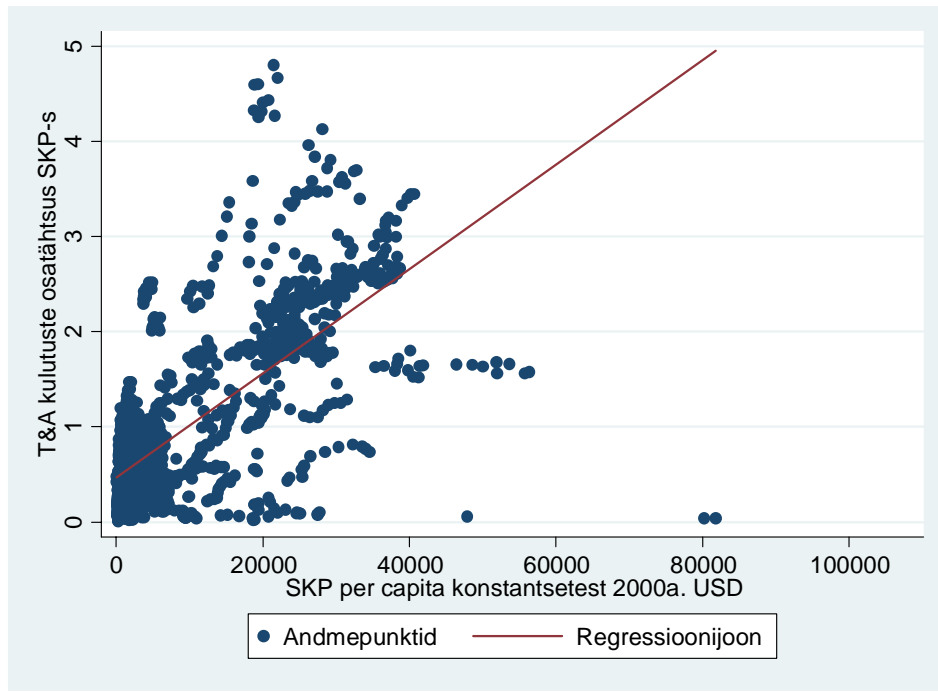
Tabel 2.1 toob ära mõnede Eestiga sarnases positsioonis olevate riikide strateegiates seatud eesmärgid T&A/SKP suhte osas ning samuti selle indikaatori tegeliku dünaamika perioodil 2005-2010. Võib öelda, et siinkohal tunduvad ka eelmainitud Eesti eesmärgid küllaltki ambitsioonikad, kuigi samas ka tegelik kasv on olnud kiire. Suhteliselt ambitsioonikad on olnud ka Euroopas ühe tagasihoidlikuma TA intensiivsusega Läti tulemused, kuid siinkohal oli ka liikumine eesmärktaseme poole olnud üsna aeglane, sellele vaatamata on ka uuel programmiperioodil seatud üsna ambitsioonikad eesmärgid. Kesk- ja Ida-Euroopa riigid on seevastu seadnud palju tagasihoidlikumad eesmärgid, vaatamata sellele, et neis on nt kõrgtehnoloogilise tööstuse osakaal Eestist suurem.

**Tabel 2.1** TA kulutuste sihttaseme saavutamine erinevates Euroopa riikides

Riik	Strateegia	Algtase	Algtaseme aasta	Sihttaseme Sihttaseme	Sihttaseme aasta	Oodatav kasv	Tegelik kasv 2005-2010
Tšehhi vabariik	National strategic reference framework of the Czech Republic 2007-2013	1.42	2005	2.2	2015	0.78	0.21
Sloveenia	National Reform Programme 2011–2012	1.66	2009	2.5	2014	0.84	0.67
Slovakkia	The Innovation Strategy for the Slovak Republic for years 2007-2011)	0.51	2007	1.5	2013	0.99	0.12
Ungari	The Government's mid-term (2007-2013) science, technology and innovation policy (STI) strategy	1.0	2006	1.8	2013	0.8	0.22
Ungari	The Government's mid-term (2007-2013) science, technology and innovation policy (STI) strategy	1.0	2006	1.4	2010	0.4	0.22
Eesti	Teadmistepõhine Eesti 2007-2013	0.88	2004	3.00	2014	2.12	0.69
Eesti	Teadmistepõhine Eesti 2007-2013	0.88	2004	1.90	2010	1.02	0.69
Eesti	Teadmistepõhine Eesti 2007-2013	0.88	2004	1.50	2008	0.62	0.69
Läti	National Reform Programme of Latvia for the Implementation of the "Europe 2020" strategy	0.45	2009	0.50	2015	0.05	0.04
Läti	National Reform Programme of Latvia for the Implementation of the "Europe 2020" strategy	0.45	2009	1.50	2020	1.05	0.04
Läti	Latvian National Development Plan for 2007-2013	0.33	2009	3.00	2013	2.67	0.04

Allikas: Eurostat, riikide poliitikadokumendid, autorite arvutused

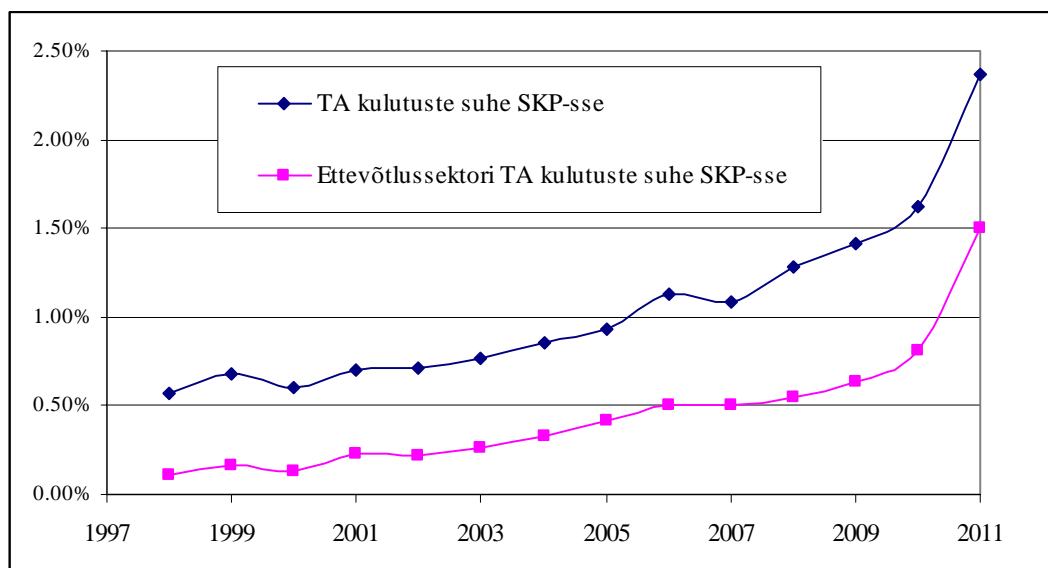
Alati võib küsida, kuivõrd on T&A kulutused võrreldavad seoses selle mõõtmise probleemidega. Kui allpool viidatakse äri sektori T&A kulutuste mõõtmise probleemidele, siis pole kindel, et mõõtmise probleemid ei esine ka akadeemilises ja avalikus sektoris. Nii nt Masso ja Ukrainski (2008) kogusid avaliku sektori poolse T&A rahastamise andmeid erinevate finantseerimisinstrumentide kaupa. Niimoodi identifitseeritud kogurahastamise suhe kogu Statistikaameti poolt identifitseeritud TA kogufinantseerimisse kõikus vahemikus 1993-2004 87-105% ümber (ilmselt oleks ka 100% ebareaalne), samas aastal 2005 aga moodustas ca 130% Statistikaameti numbritest, mis iseenesest ei tohiks olla seotud Eestile struktuurifondide avanemisega (kuivõrd viimased lähevad siseriikliku rahastamise alla). Nimetatud ebakõlale pakutud seletused (T&A finantseerimise kasutamine muul eesmärgil kui T&A; probleemid era ja avaliku rahastamise eristamisel jne) jäid küll täpsemalt uurimata.



**Joonis 2.3** Seosed TA kulutuste ja majanduskasvu vahel üle riikide  
Allikas: autorite arvutused World Development Indicators andmete põhjal

### Erasektori TA kulutused

Valitsusepoolne T&A kulutuste finantseerimine on langenud kõigis EL riikides alates 80ndate algusest (Dinges et al. 2007), mis suurendab erasektori TA kulutuste suhteliselt tähtsust<sup>4</sup>. Ka Eesti 2007-2013 strateegiates on ette nähtud analoogiliselt üldise TA kulutuste kasvuga ka kiire erasektori TA kulutused kasv, perioodil 2003-2014 tasemelt 0.27% SKP-st tasemeni 1.0% aastal 2010 ja 1.6% SKP-st aastaks 2014. Eesti puhul ka tegelik kasv on olnud kiire, ja 2011. aastal hüppas see näitaja isegi tasemeni 1.5% SKP-st (vt Joonis 2.4). Viimases oli suur osa põlevkivisektoril, 53% ettevõtete TA kuludest 2011 aastal, mis demonstreerib üldiselt, et väikeriigis võib näitajate dünaamika olla oluliselt hüplikum.



**Joonis 2.4** Ettevõtlussektori TA kulutuste dünaamika Eestis

Allikas: Eesti Statistikaamet

Erasektori TA tegevuse kasvatamise eesmärgi juures on oluline aspekt majanduse haruline struktuur. Nii ka senised raportid on märkinud, et Eesti strateegiates seatud eesmärk T&A kulutuste intensiivsusele eeldavad olulisi struktuurseid muutusi majanduses (Balti Uuringute Instituut 2011, lk 20). Akerblom *et al.* (2008) näitasid, et Põhjamaades T&A intensiivsuse kohandamine majanduse struktuuriga suurendas nt Norra TA kulutusi 1/3 võrra ja vähendas Soome ja Taani omi vastavalt 1/5 ja 1/4 võrra. Moncada-Paterno-Vastello *et al.* (2010) leidsid, et Euroopa ja USA vaheline lõhe erasektori T&A kulutustes oli seotud USA ettevõtete spetsialiseerumisega kõrgema T&A intensiivsusega harudesse. Samas on väidetud, et isegi kui on tuvastavat struktuuri panus T&A kulutuste madalamas tasemes, siis selle mahajäämusele majanduspoliitilised implikatsioonid T&A taseme tõstmiseks on ebaselged (Jaumotte ja Pain 2005; Mathieu ja van Van Pottelsberghe de la Potterie 2008). Meriküll,

<sup>4</sup> Samas valitsusepoolne T&A kulutuste finantseerimine võib toimuda ka kaudselt, nagu läbi TA maksusoodustuste.

Eamets, Varblane (2012) hindasid, kui suur osa Kesk-ja Ida-Euroopa riikide madalamast TA intensiivsusest on seletatav nende riikide majanduste harulise struktuuriga. Indikaatoritena kasutati kahte näitajat CIS 2004 (CIS 4) uuringust, need olid T&A kulutuste suhe käibesse ja innovatsioonikulutuste suhe käibesse. Tulemused näitasid üllatuslikult, et haruline struktuur selgitas ainult suhteliselt väikese osa (keskmiselt 15-20%) Kesk- ja Ida-Euroopa riikide mahajäämusest, millest tehti järeldus, et pigem peaks tähelepanu olema TA kasvatamisele tööstusharude sees. Samas Eesti puhul oli see osakaal oluliselt suurem (struktuur seletas ligikaudu 50% mahajäämusest). Võrdluseks, läbiviidud analüüsid tootlikkuse lõhe ja majandusstruktuuri seoste kohta (Stephan 2002; Estonian Development Fund 2008) on näidanud Eesti puhul pigem suhteliselt madalamat struktuuri osatähtsust tootlikkuse lõhe seletajana.

Teisalt, nagu näitavad uuringud, T&A ei ole seotud tegevusedukusega ühtviisi kõigis majandusharudes; nagu näitasid Kumbhakar *et al* (2009) Euroopa suuremate T&A mahukate ettevõtete andmetel, T&A seondus tootlikkusega kõrgtehnoloogilistes harudes, kuid mitte madaltehnoloogilistes harudes, kus tootlikkusega omasid seost hoopiski investeeringud põhivarasse. Riikide järjestus selle indikaatori osas erineb vastavalt sellele, kas kasutada rahalisi ühikuid või keskmist kulu jagatuna T&A töötajate arvuga (mõõdetuna nt taandatuna täistööajale, *full time equivalent*, FTE), kuivõrd TA tööjõud on üks olulisemaid sisendeid TA tegevusse. Niisiis kulu FTE töötaja kohta võib olla täiendav indikaator iseloomustamiseks erinevusi antud näitajas üle ettevõtete (Akerblom *et al.* 2008, lk. 28). Nii näiteks on Põhjamaade puhul leitud, et kulu TA töötaja kohta on kõrgem suurtes ja madalam väikestes ettevõtetes (Akerblom *et al.* 2008, lk. 29).

Euroopa Teaduspiirkonna Komitee ekspertide raport (Peer-Review 2012) rõhutab Eesti puhul nelja äri sektori TA tõstmise teed: 1) uute TA ettevõtete asutamine, 2) TA tegevate ettevõtete stimuleerimine suuremaid TA investeeringuid tegema, 3) TA-d mittetegevate ettevõtete stimuleerimine TA-d tegema, 4) avaliku sektoriga koostöös tehtava TA osakaalu kasv. Senine äri sektori TA tegevus on tulenenud suhtelisest väikesest arvust kõrgtehnoloogilistest ettevõtetest, hinnanguliselt on Eestis 400 aktiivselt T&A-ga tegelevat ettevõtet, millest umbes 10% annavad enamuse TA investeeringutest. Peer-Review (2012, lk. 58) väidab, et olukord kus 75% kulutustest teevad 58 ettevõtet peegeldab Eesti majanduse struktuurset nõrkust. Küsimus on niisiis, kui suur osa TA investeeringute kasvust võiks tulla TA-d teostavate ettevõtete arvu kasvust ja kui palju seniste ettevõtete TA intensiivsuse suurenemisest (kirjanduses kasutatakse vastavalt termineid ekstensiivne ja intensiivne marginaal, *intensive and extensive margins*). Senised uuringud on seda käsitlenud rohkem väliskaubanduse ja tehnoloogia

omandamise näitel. Mis puutub ettevõtete TA tegevusse, siis autorite poolt leitud ainus Higon *et al.* (2011) uurimus Hispaania andmetel näitas, et eri komponentide panus varieerus oluliselt üle sektorite ja ettevõtete suurusklasside, siiski üldiselt uute TA ettevõtete esialgne panus oli pigem tagasihoidlik seoses nende tagasihoidlike TA kulutustega, st neil võib olla oluline panus agregeeritud TA kasvu üksnes siis kui nad jäävad ellu ja laiendavad oma TA tegevusi.

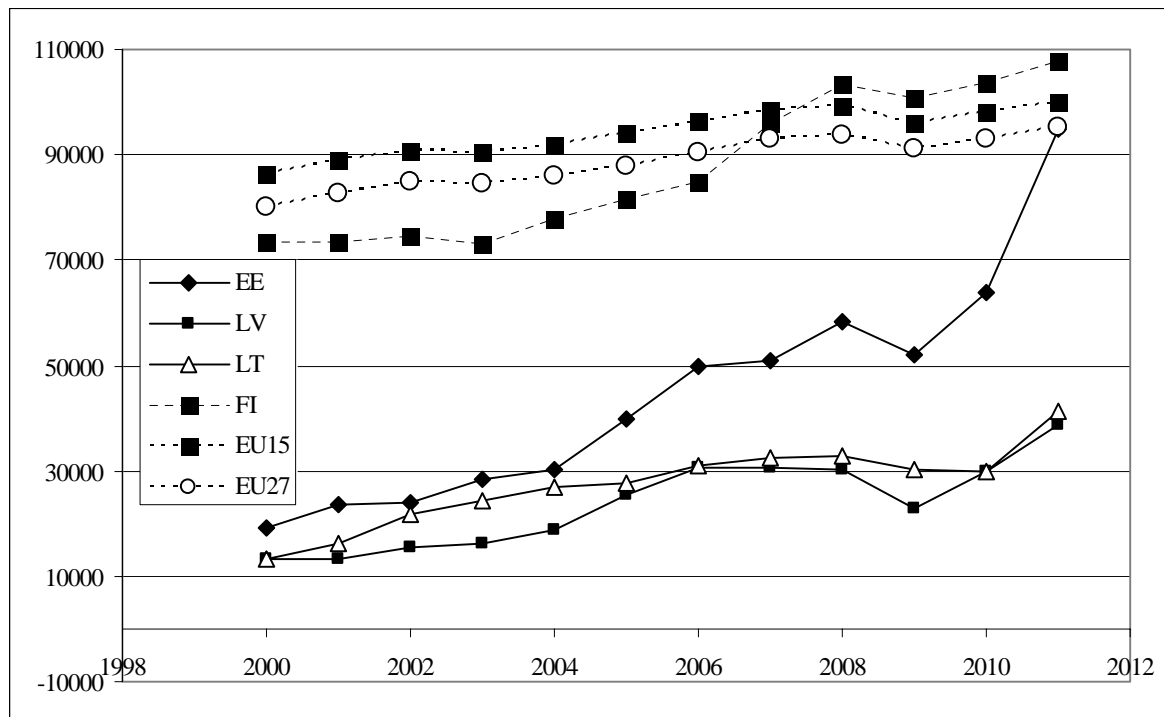
Eraldi küsimus on TA mõõtmine ärisectoris. Nii näitas Eesti puhul Heinlo (2006), et samad firmad raporteerisid innovatsiooniuringus ja TA uuringus üsna erinevaid TA kulutusi, ja keskmiselt näidati innovatsiooniuringus suuremaid numbreid. Ka Akerblom *et al.* (2008, lk. 22) märgivad, et kahes mainitud uuringus toodud T&A kulutuste suurused kipuvad süstemaatiliselt erinema; lisaks viitas võrreldavuse probleemile see, et riikidevahelised erinevused ettevõtete TA intensiivsuses kippusid olema seotud erineva TA kulude struktuuriga: kui muidu on Rootsi ettevõtete TA kulutused töötaja kohta olnud suuremad kui Soomes, siis muude jooksvate kulude välistamisel oli Soome ja Rootsi TA intensiivsus sarnane. Lõpetuseks võib mainida veel järgmisi (ärisectori) T&A kulutuste ja SKP suhte indikaatoriga seotud muid probleeme: 1) kõik tegevused teenuste sectoris pole kaasatud TA-sse; 2) ressursside jagamine õpetamise ja teaduse vahel ülikoolides; 3) TA tegevuste kasvav globaliseeritus. Viimase osas on nt küsimus, kui suur osas T&A-st teostakse kodumaistes ja väliskapitalile kuuluvates ettevõtetes. Tihti on leitud, et just kodumaised multinatsionaalid on kõige innovaatilisem ettevõtete grupp (Johansson *et al.* 2008; Masso *et al.* 2013).

Eri küsimus on, kuidas mõõta T&A vastavust majanduse vajadustele; sellise fokuseerimise vajadust on rõhutanud ka poliitikadokumendid. Dinges *et al.* (2007) uurisid 3 riigi (Austria, Saksamaa, Norra) näitel, kuivõrd avaliku sektori poolne finantseerimises ja erasektori poolne T&A finantseerimine on erineva sektoraalse struktuuriga (NACE 2-numbrilisel tasemel, lähtudes kahe spetsialiseerumise korrelatsioonist), seda võrreldes EL keskmise tasemega. See võimaldas näidata, kuivõrd avaliku sektori T&A on spetsialiseeritud teatud valdkondadesse (võrreldes võrdlusbaasiga), aga ka monitoorimaks või hoiatussüsteemiks kaardistamaks kasvavat või kahanevat spetsialiseerumist. Nii võib avaliku sektori finantseerimise spetsialiseerumine mõjutada erarahastamise spetsialiseerumist. Tulemused näitasid, et era- avaliku sektori TA kulutuste valdkondliku spetsialiseerumise korrelatsioon erines suuresti üle uuritud riikide (Austria, Saksamaa, Norra).

### **Teadlaste ja inseneride arv 1000 töötaja kohta**

TA töötajate arvu kasv oli aeglasem TA kulutuste kasvust nii strateegias (2004-2013 5-lt 8-le, 1.6 korda; T&A kulutuste ja SKP suhe üle 2 korra) kui ka tegelikkuses (2010 tasemele 0.71), jõudes siiski sihttasemele lähemale. Senistes raportites on soovitatud kasutada ka absoluutarvu, mis poleks tundlik majandusolukorra kõikumistele (Aruanne strateegia... 2011, lk. 9), samamoodi lahendaks seda probleemi sobiks eesmärgi seadmine suhtena elanikkonda. Ka teistes Euroopa riikides võib leida perioodilt sellises suuruses T&A personali kasvu, mõõdetuna kas protsendipunktides või protsentides (Sloveenia, Rootsi, Portugal, Taani, Tšehhi; autorite arvutused Eurostati põhjal). Näitaja aeglasemat kasvu võrreldes TA kulutustega on põhjendatud esialgse alarahastamisega. On viidatud, et TA töötajate madalad palgad on üks põhjusi, miks vaatamata TA kulutuste suurele kasvule pole TA töötajate arv oluliselt kasvanud (Peer-Review 2012, lk. 55). Lähtudes plaanitavast avaliku- ja erasektori T&A kulutuste vahekorrast viitas TAI strateegia täitmise raport, et lähtudes teiste Euroopa riikide näitest peaks Eestis TA töötajate arvud era- ja avalikus sektoris olema umbes võrdsed (Aruanne strateegia... 2011). Küsimus on ka TA sektoraalses struktuuris: TA kulutused tööstuses on ilmselt enam kapitaliintensiivsed ja teenustesektoris tööjõuintensiivsed (Akerblom et al. 2008). Varasematest Eestis tehtud töödest, Gabriellson *et al.* (2007) lähtudes kiirest TA-d teostavate ettevõtete kasvu eeldusest ja konstantsest täistööajaga TA töötajate arvust ettevõttes ennustas toona 2-3 kordset TA töötajate arvu kasvu erasektoris; selline eeldus võib vajada diskussiooni (lähtudes uute TA ettevõtete tõenäoliselt madalast TA intensiivsusest). Masso *et al.* (2009) hinnang doktorikraadiga TA töötajate arvule erasektoris lähtus TA kulutuste prognoosist ja varasemast seosest TA kulutuste ja töötajate arvu vahel. On viidatud, et riikide järjestus TA intensiivsuse osas erineb oluliselt sõltuvalt sellest kas kasutatakse kulutusi või töötajaid (Akerblom *et al.* 2008). Nagu näitab Joonis 2.5 on Eesti siin erinevalt lähinaabritest jõudsalt lähenenud EL 15 tasemele, samas oma osa on selles kasvanud erasektori osatähtsusel TA kulutustes (kus kulu töötaja kohta on suurem).





**Joonis 2.5** T&A kulutused TA töötaja kohta, eurodes ostujõu pariteediga kohandatud  
Allikas: Eurostat, autorite arvutused

**Tabel 2.2** TA töötajate sihtarvu eesmärgid erinevates strateegiates

Riik	Indikaator	Strateegia	Alg- tase	Alg- taseme aasta	Siht- tase	Siht- taseme aasta	Oodatav kasv	Tegelik kasv 2005- 2010
Eesti	Teadlaste ja inseneride arv 1000 töötaja kohta	Teadmistepõhine Eesti 2007-2013	5	2004	8	2013	3	5.5 => 7.1
Tšehhi vabariik	T&A sektori hõive 1000 el kohta	National strategic reference framework of the Czech Republic 2007-2013	9.1	2005	10.8	2015	1.7	9.1 => 10.7
Slovakkia	Teadlaste osakaal töötajates (tuhande elaniku kohta)	The Innovation Strategy for the Slovak Republic for years 2007-2011)	4	2003	8	2013	4	4 => 5.6
Läti	Ärisesektoris hõivatud teadlaste osakaal	Latvian National Development Plan for 2007-2013	13%	2004	45%	2013	32%	13%=>15%

Allikas: Eurostat, riikide poliitikadokumendid, autorite arvutused

Märkused. Läti – allikas on viidatud teadlaste osakaalule, samas lähtudes Eurostatis toodust on ilmselt tegemist pigem kõigi T&A töötajatega.

### **EL innovatsiooni edetabel (European Innovation Scoreboard, EIS)**

Komplekssetest indikaatorites on EIS saanud ehk kõige enam tähelepanu, seda ka avalikkuses ja meedias. Eesti positsioon on EL innovatsiooniedetabelis jõudsalt paranenud, 2004. aasta 21 kohalt 2010. aasta 14 kohale (Haridus- ja Teadusministeerium 2012), mida Eesti on säilitanud ta ka 2011. a.. Kuigi tegemist on laialt kasutatava näitajaga, on seda ka tugevalt kritiseeritud. Schibany ja Streicheri (2008) põhijäreldused olid, et kuigi EIS on praktiline tööriist hindamaks riikide pikaajalist progressi innovaativuse osas, siis ei peaks seda kasutama lühiajaliste arengute monitoorimiseks (seoses nt lühiajaliste indikaatorite mõjutatusega mõõtmisvigadest, uusimate andmetega seotud rahvusvahelise võrreldavuse küsimused) seoses ebarealistliku lühiajalise varieeruvusega riikide järjestuses, eelnevaga seoses nad soovitasid ka kasutada pigem 2-aastast avaldamistsükli. Samuti, innovatsioon on suures osas ära määratud EIS-iga katmata tegurite poolt, mis samuti peaks ehk vähendama igaaastasele riikide paremusjärjestusele omistatavat tähtsust. Neid aspekte peaks ehk silmas pidama, kui senini küllaltki pidev tõus edetabelis on lähiaastatel asendumas pigem kõikumisega mõne koha piires. Raportid on rõhutanud veel järgmisi probleeme EIS edetabeli tõlgendamisega (Ekeland 2008):

- Individuaalsete indikaatorite kaalumine – milline oleks õige kaalumisskeem, kui tundlik on tulemus kaalude valiku suhtes.
- Suurte ja väikeriikide võrdlus: suurriikide majandused on mitmekesisemad, mistõttu on ka nende skoorid keskmisele lähemal, samas kui väikeriikides on suurema tõenäosusega väga madalad või kõrged väärtused. Teisiti, indikaatorid ei arvesta alati majanduse struktuursete karakteristikutega. On ka öeldud, et võrdlema peaks ainult omavahel sarnase majandusliku ja sotsio-ökonoomilise struktuuriga riike.

### **Uutest teenustest ja toodetest saadav müügitulu**

Innovatsiooni väljundinäitajana kasutati eelmises strateegias indikaatorit „uutest toodetest ja teenustest saadav müügitulu“, mida arvutatakse innovatsiooniuuringutest ja mis on kirjanduses ehk kõige laialdasemalt kasutatav innovatsiooni väljundi näitaja. Antud näitajat võib arvutada kas keskmisena üle kõigi ettevõtete või ainult üle innovaatiliste ettevõtete. Tundub, et erinevalt paljudest teistest näitajatest pole ka strateegia täitmist analüüsinud raportid (Aruanne strateegia...2011) sellele näitajale tähelepanu pööranud, samas on see strateegias kasutatutest olulisim innovatsiooni väljundi näitaja (seoses Eesti väga madala patenteerimise tasemega). 2004 a. tase 7,6 % (CIS4) ja 2013 sihttase 15% olid arvutatud üle kõigi ettevõtete, mitte üle innovaatiliste ettevõtete (nagu seda sagedamini kasutatakse), samas näitaja arvutamine üle kõigi ettevõtete aitaks arvestada innovaatiliste ettevõtete osakaalu majanduses. Võrreldes lihtsalt innovaatiliste (toote- või protsessiinnovatsioonidega, st tehnoloogiliste

innovatsioonidega) ettevõtete osakaaluga on selle indikaatori eeliseks, et see näitab ka uuenduse edukust turul. Seda indikaatorit on analüüsitud ka viimase innovatsiooniuuringu ülevaates (Reid et al. 2011), kus osundati, et rahvusvahelises võrdluses on see näitaja pigem olnud Eestis suhteliselt madalal tasemel (15% 2008 aastal), samas tuleb tähelepanu juhtida, et see näitaja oli ka pigem suhteliselt tagasihoidlikul tasemel Saksamaal (17%) ja suhteliselt kõrgel tasemel Rumeenias ja Bulgaarias (42 ja 47%). Eesti keskmine tase selle näitaja osas on mõningal määral tulenenud madalamast tasemest just suurettevõtetes, kuid erinevus pole ka väga suures osas seletatav ainult sellega. Mis puutub majanduse harulist struktuuri, siis siin oleks pidanud Euroopa keskmise struktuuriga samasuguse struktuuri korral olema see näitaja ca 17% suurem (autorite arvutused Euroopa innovatsiooniuuringute anonümiseeritud andmete alusel). Nagu näha, pole ka aja jooksul selles näitajas pidevat kasvutrendi ilmnunud, ja turu jaoks uute toodete osakaal on isegi langenud, niisiis on hetkel küll mõneti kahtlane, mille arvel peaks tulema selle näitaja sihttaseme saavutamine 2013 aastaks. Bloch ja Graversen (2008) analüüsisid selle indikaatori sobivust Taani CIS andmeid kasutades jõudsid järeldusele, et kuigi see näitaja on innovatsiooni väljundi indikaatorina kasulik, ei pruugi see olla kasulik tugeva ettevõttesise arendustegevusega ettevõtetele võrreldes firmadega, kes ostavad suure osa arendustegevusest sisse; samuti juhtisid nad tähelepanu selle näitaja tagasihoidlikule korrelatsioonile T&A kulutuste intensiivsusega.

**Tabel 2.3** Uute või oluliselt täiustatud toodete osatähtsus realiseerimise netokäibest: innovaatilised ettevõtted ja kõik ettevõtted

Ettevõtete grupp	Ettevõtte jaoks uued			Turu jaoks uued		
	2000	2004	2008	2000	2004	2008
<b>Kõik ettevõtted</b>						
KOKKU	5.3	9.4	6.8	3.8	4.2	2.2
Töötlev tööstus	6.7	10.6	8.2	4.1	4.2	2.2
Teenindus	4.5	9.2	5.6	3.9	4.5	2.2
10-19 töötajat	4.3	5.4	4.8	2.7	4.1	1.6
20-49 töötajat	4.5	6.6	5.4	3.7	3.3	1.8
50-99 töötajat	6.3	7.4	7.6	2.8	5.0	3.7
100-249 töötajat	6.1	8.0	6.4	4.0	3.4	3.1
250+ töötajat	7.9	9.7	6.4	4.3	4.4	3.8
Välisosalusega	6.4	10.3	10.7	5.9	5.4	2.9
Välisosaluseta	5.0	9.2	5.8	3.2	3.8	2.1
<b>Innovaatilised ettevõtted</b>						
KOKKU	15.2	20.7	15.0	10.9	10.9	4.9
Töötlev tööstus	17.2	22.5	16.1	10.6	11.0	4.4
Teenindus	13.9	19.9	14.4	12.0	11.1	5.6
10-19 töötajat	15.0	14.5	13.6	9.3	11.7	4.4
20-49 töötajat	12.7	15.4	12.7	10.4	8.8	4.2
50-99 töötajat	13.6	14.2	12.8	6.1	11.3	6.1
100-249 töötajat	11.4	13.3	9.2	7.5	6.4	4.4

Ettevõtete grupp	Ettevõtte jaoks uued			Turu jaoks uued		
	2000	2004	2008	2000	2004	2008
250+ töötajat	11.1	13.1	7.4	6.1	6.6	4.4
Välisosalusega	14.0	17.5	18.3	13.0	10.2	5.0
Välisosaluseta	15.8	22.1	13.9	10.0	11.2	4.9

Allikas: autorite arvutused innovatsiooniuringu andmete põhjal

Alternatiivne indikaator on innovaatiliste ettevõtete osakaal. Põhjamaade puhul innovaatiliste ettevõtete proportsioonile omas majanduse harulise struktuuriga arvestamine oluliselt väiksemat mõju, 1-2 protsendipunkti (Akerblom *et al.* 2008, lk. 32), samas oli see mõju üsna dramaatiline innovaatiliste toodete müügi osakaalu puhul, kuni 15 protsendipunkti. On märkimisväärne, et kõige kõrgema innovaatiliste ettevõtete osakaaluga riigid ei ole need mis genereeriks kõige suurema müügi innovaatilistest toodetest. Ka on innovaatiliste ettevõtete osakaalu indikaatori probleemiks, et igal ettevõttel (sõltumata selle suurusest) on samasugune kaal, nii on selle näitaja korral soovitatud nt suurusega (töötajate arvuga) kaalumist (samas, lk 38). Samuti on varasemast soovitatud ettevõtete jaotamist protsessi ja toote innovaatoriteks, samas autorid juhivad siinkohal tähelepanu sellele, et neid kahte võib olla eriti teenuste puhul raske eristada (innovatsioonist teenustesektoris vt nt Gallouj ja Savona 2009). Ka on innovaatiliste ettevõtete osakaalu indikaatori probleemiks, et see ei ütle midagi selle kohta, kuidas innovatsiooni teostatakse (Akerblom *et al.* 2008, lk 39). Niisiis on pakutud välja mitmeid muid võimalikke klassifikaatoreid, nt klassifitseerimine vastavalt innovatsioonide uudsusele: 1) uued rahvusvahelise turu jaoks, 2) uued kodumaise turu jaoks, 3) majasisesed modifitseerijad, 4) kasutusele võtjad.

Kõigi innovatsiooni näitajate puhul on probleemiks nende teatud subjektiivsus- mida küsitav ettevõtte peab uudseks tooteks. Näiteks Läti puhul osutus, et kahes erinevas uuringus, traditsioonilises innovatsiooniuringus (CIS2006) ning SIBYL (Survey of Innovative Businesses in Latvia, viis läbi SSE Riga uurimisinstituut BICEPS) uuringus, saadi toote- või protsessiinnovatsioonidega ettevõtete osakaaluks vastavalt 16.2% ja 73%, seejuures ühel juhul kasutati traditsioonilist küsitlusankeeti ja teisel juhul näost-näku intervjuusid (Dombrovskis 2010). Teatud parandusvõimaluseks oleks siin mingi objektiivsema näitaja kasutamine kasutades detailseid ettevõtetaseme andmeid, kus iga aasta kohta on teada kõigi toodete tootemahud ettevõtete lõikes; tooteinnovatsioon võiks siis olla defineeritud kui ettevõttes mingil aastal toote müümine, mida ühelgi varasemal aastal pole müüdud (Fernandes, Paunov 2012), samas Eesti puhul analoogiline andmestik katab ainult eksporti (vt Masso ja Vahter 2012).

### **Ettevõtete tootlikkuse kasv töötaja kohta**

Tootlikkuse kasv peaks olema tulevase majanduskasvu allikas, millega on nõustunud ka Eesti poliitikadokumendid (Peer-Review 2012). Perioodi 2007-2013 strateegias toodud numbrid eeldasid niisiis aja jooksul aeglustuvat tootlikkuse kasvu. Kasv 2010-2013 72-lt 80 protsendi tasemele eeldaks keskmist kasvu 3,6% aastas, kasv tegelikult tasemelt 69,3% vastavalt 4,9% aastas (ilmselt ebareaalne, s.t. eesmärktase 80% jääb suure tõenäosusega saavutamata). Strateegias „Eesti 2020“ on sama 80% tase nüüd püstitatud aastaks 2020 (keskmine töövõljalikuse kasv 2011-2020 2,9% aastas). Uue strateegia eesmärkide juures tuleks näidata, kuidas see on kooskõlas muude majanduskasvu prognoosidega läbi majanduskasvu arvestuse (*growth accounting*). Strateegia täitmise viimases aruandes (Aruanne strateegia...2013, lk. 13) on piirdutud kommentaariga, et „...tootlikkuse kasv on tulenenud suures osas sisemaise tarbimise väga kiirest kasvust“, siis hilisemal perioodil on tootlikkust kasvatanud põhiliselt eksport; siin tõenäoliselt ei peetud silmas õppimist eksportimise kaudu (kirjanduses kasutatav termin „*learning by exporting*“), vaid lihtsalt ettevõtete käibe kasvu tänu suurenenud ekspordile. Selline piirdumine viitega makromajanduslikele arengutele on ehk pisut üldsõnaline konstateering mingite soovitude tegemiseks. Kuigi mitmed varasemad tööd on toonud välja infot tootlikkuse kasvu allikate kohta Eestis, oleks ilmselt tarvilikum senisest süstemaatilisem ja pidevam tootlikkuse kasvu allikate seire. Tootlikkus võib kasvada nt tootlikkuse kasvu tõttu olemasolevates ettevõtetes kui ka läbi loova hävitusprotsessi (vähetootlike ettevõtete tegevuse lõpetamise ja uute tootlike ettevõtete loomise; vt nt Masso et al. 2007). Nagu mainitud, tootlikkust võib suurendada ekspordiga alustamine (nt läbi tehnoloogia ülekande oma välismaa klientidelt); kuigi kirjanduses pole seda seost ekspordiga alustamise ja järgneva tootlikkuse kasvu vahel tihti suudetud näidata, siis Eesti andmetel tuli see seos perioodil 1996-2003 üsna kindlalt välja (Masso ja Vahter 2011). Senised uuringud tootlikkuse ja innovatsiooni seoste kohta on üldiselt näidanud, et innovaatiline tegevuse on seotud kõrgema tootlikkusega nii tööstuses (Masso ja Vahter 2008) kui teenustesektoris (Masso ja Vahter 2012). Poliitikadokumentides on korduvalt rõhutatud vajadust parandada ettevõtete asukohta väärtusahelas (Peer-review 2012, lk. 22); senised uuringud on tõepoolest näidanud tootlikkuse positiivset korrelatsiooni ettevõtte asukohaga väärtusahelas (Varblane 2011); kuigi siin vastava näitaja osas võis olla probleemiks teatud subjektiivsus (seda taas lihtsalt küsiti ettevõtete käest), niisiis on vaja tegeleda ka siin indikaatorite arendamisega, tuginedes nt eelpoolviidatud detailsetele ettevõtte ja tootetaseme andmetikele).

Olemasolevate strateegiate kriitikas on viidatud funktsionaalsete seoste puudumisele (Balti Uuringute Instituut 2011); nt viimase innovatsiooniuringu korral leiti innovaatiliste ettevõtete tootlikkuse olevat

sõltuvalt näitajast 20-30% kõrgem kui mitteinnovaatilistel (Masso *et al.* 2011). Oluliseks teguriks on kasutatavad juhtimispraktikad ja ettevõtte strateegilise planeerimise kvaliteet (Bloom ja van Reenen 2007, 2010), nii võib see mõjutada nt infotehnoloogia kasutamisest saadavat tootlikkuse kasvu (mida Eesti andmetel pole uuritud). Palju on räägitud vajalikest struktuurimuutustest majanduses (Varblane *et al.* 2008), samas siin võib seniste uuringute tulemusi tõlgendada ka nii, et Eesti puhul siiski enamus tootlikkuse mahajäämusest on harusiseses tootlikkuses. Seda infot võiks arvestada konkreetsete meetmete kavandamisel. Kokkuvõttes, võimalikud indikaatorid:

- Innovaatiliste ja mitteinnovaatiliste ettevõtete tootlikkuse kasvu erinevus;
- Ettevõtete loomisest ja sulgemisest tulenev osa tootlikkuse kasvust.

### **Hõive kõrgtehnoloogilises ja kesk-kõrgtehnoloogilises tööstuses ja teeninduses**

Indikaatori valiku põhjuseks on ilmselt selle avaldamine Eurostati poolt. Strateegia eesmärk oli üsna ambitsioonikas, kasv 9 aasta jooksul (2004-2013) tasemelt 7,5% tasemel 11% hõivatutest (muutus 3.5 protsendipunkti). Nagu muudegi näitajate korral, võib küsida, on see eesmärk: 1) soovitatav, 2) saavutatav. Kui vaadata antud näitaja dünaamikat minevikus, siis 9-aastase perioodi jooksul perioodil 1994-2008 on täheldatud kõige suurem kasv olnud Iirimaal (1994-2003, 4.3-lt 6.8-ni, muutus 2.5 protsendipunkti), 1-2 protsendipunkti suurusi muutusi on rohkem (ka Soome, Luksemburg, Ungari), keskmine muutus on 0.4 protsendipunkti. Niisiis, ootuspäraselt on haruline struktuur üsna püsiv, samas võib ehk argumenteerida, et väga väikeses riigis võivad suured muutused olla tõenäolisemad (kuid nt Luksemburgis, Maltas, Sloveenias pole nii suuri arenguid). Teine küsimus on taas, milline on majanduse struktuuriga ja harude siseste vajalike muutuste vahekord. Lähtuvalt innovaatsusest ja majanduse struktuurist on koostatud mitmeid majandusharude klassifikatsioone ja taksonoomiaid (Peneder 2003), mis ilmselt üksteist ka mingil määral kordavad. Viimase innovatsiooniuuringu (2006-2008) tulemusi analüüsinud raport kasutas näiteks Pavitti (1984) taksonoomiat (Ukrainski *et al.* 2012). Eurostati taksonoomiat on kasutanud nt Masso ja Vahter (2012) Eesti teenustesektori innovaatsuse analüüsiks; nt selgus, et kuigi teadmisteintensiivne teenustesektor oli ootuspäraselt innovaatsilisem, siis üllatuslikult oli innovatsiooni seos tootlikkusega seal nõrgem. Vaadates antud klassifikatsiooni juures tööjõu tootlikkust erinevates harudes (Tabel 2.4), on tootlikkus kõrgtehnoloogilistes tõesti kõrgem ja erinevus aja jooksul on kasvanud. Samas tuleb rõhutada, et ka kõrgtehnoloogiliste ettevõtete tootlikkus jääb oluliselt maha EL15 tasemest. Lähtuvalt näitaja mõjutustest majanduse muudest sektoritest võib ka kaaluda indikaatori sihttaseme sõnastamist absoluutarvudes.

**Tabel 2.4** Ettevõtete keskmine tööjõu tootlikkus sõltuvalt majandusharust, EEK

Majandusharu	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kõrg- ja kesk-kõrgtehnoloogiline tööstus ja teenindus	20184.1	21582.5	21899.3	21044.1	17108.9	19265.1
Teadmisteintensiivsed teenused	19009.1	20177.8	19559.1	18343.4	15255.3	16334.5
Teadmisteintensiivsed kõrgtehnoloogilised teenused	20352.7	21465.9	21715.9	20676.9	17056.1	18888.5
Vähem teadmisteintensiivsed teenused	17455.4	19367.6	19727.6	18047.3	14129.3	16362.4
Kõrgtehnoloogiline tööstus	17663.9	23143.4	26013.4	26763.6	23878.0	31338.7
Madaltehnoloogiline tööstus	12199.2	13564.3	13914.8	12675.7	9116.3	12633.9
Kesk-kõrgtehnoloogiline tööstus	18903.0	22547.8	23283.7	24400.8	16887.9	21827.9
Madal-kesktehnoloogiline tööstus	15559.7	16766.8	18097.1	19431.7	15432.8	17653.5
Kogu majandus	16791.7	18099.9	18384.6	17370.7	14078.3	16327.4

Allikas: autorite arvutused Eesti äriregistri andmete põhjal. Harud on agregeeritud vastavalt Eurostati definitsioonidele NACE2 2- ja 3-tasandiliste tööstusharukoodide alusel. Tootlikkus on arvutatud kui lisandväärtus töötaja kohta, ning erindite mõju vähendamiseks on arvutustest välja jäetud 1% kõige tootlikumaid ja vähemtootlikumaid ettevõtteid.

### **Doktoriõppe lõpetanud**

Teadlaste ja inseneride arvu kasvu juures on oluline uute doktorikraadiga töötajate lisandumine; nii seati nii kõrgharidusstrateegias (Eesti kõrgharidusstrateegia aastateks 2006-2015, lk 6) kui ka Teadmistepõhises Eestis eesmärgiks jõuda tasemeni 300 kaitsmist aastas 2013. aastaks (kõrgharidusstrateegias aastaks 2015; algtase 2005 119), s.h. umbes 10% doktorikraadiga töötajatest<sup>5</sup> või 3.3% teadlaste- ja inseneride arvust. Võrdluseks, Läti 2007-2013 perioodi strateegias toodud eesmärk oli küllaltki sarnane (uute doktorite arvu kasv 2005-2013 112-lt 350-ni) ja doktorantide arv ka on kasvanud<sup>6</sup>. Eestis toimunud suhteliselt jõuline selle eesmärgi poole liikumist (kasv perioodil 2005/06-2010/2011 143-lt 250-ni) oletati olevat seotud ka mitmete rakendatud meetmetega, nagu doktorikoolid jms (Aruanne strateegia...2011). Poliitikadokumentides Haridus- ja Teadusministeeriumi ekspertarvamusena saadud sihttase osutus üllatuslikult sarnaseks doktorikraadiga tööjõu vajadusi uurinud projektis saadud tulemustega, olenevalt stsenaariumist 280-360 uut doktorikraadiga töötajat aastas (vt kokkuvõtet Masso et al. (2009); viimases uuringus tuletati majanduse kogunõudlus doktorikraadiga töötajate järele nõudlusest kolmes sektoris (akadeemiline, avalik ja erasektor), tuginedes neist kahes esimeses tööandjate küsitluse tulemustele (eristades seejuures asendusunõudlust kas kasvunõudlust) ja kolmandas ennustatavatele T&A kulutustele. Ilmselt tuleks jätkuvalt analüüsida numbreid doktorikraadiga lõpetanute ametikohtade (sh sektori), tööalase edukuse jne kohta. Eraldi

<sup>5</sup> 2000. aasta rahvaloenduse järgi oli Eestis 2833 doktori- ja kandidaadikraadiga inimest.

<sup>6</sup> Eurostat avaldab indikaatorit „uute doktoriõppe (ISCED 6 taseme hariduse lõpetajate) lõpetajate suhe 1000 inimese kohta vanusevahemikus 25-34“, mis kasvas Lätis 2005-2011 tasemelt 0,4 tasemele 1 (Eesti väärtus samal aastal 1,3, EU 27-l 1.7).

küsimus on nõudluse struktuur näiteks erinevate teadusvaldkondade doktorite vahel. Võimalikeks jälgitavateks indikaatoriks võiks olla ka doktorikraadiga töötajate osakaal töäjõus.

Lisaks doktorikraadiga lõpetajate arvule on tarvilik jälgida ka muid näitajaid, nagu teadlase karjääri indikaatorid, rahulolu töötingimustega, sh palgaga jne. Eurostati indikaatoritest, hõivatud doktorite rahulolu oma töötingimustega on pigem suhteliselt madal (nt palgaga Eestis 17.5%, Taanis 12%). 2006 aastal oli vaadeldud riikidest nende doktorite osakaal, kes olid viimase 10 aasta jooksul välismaal viinud, kõige kõrgem (nt Euroopas 86% doktoritest; Leedus vastav number 66%). Lähtudes selles näitajast peaks olema Eesti rahvusvahelistumine märkimisväärselt kõrgel tasemel, teisalt siin ka eesmärktase peaks olema oluliselt kõrgem kui teistes riikides. Palgataseme osas, võrreldes teiste Euroopa riikidega on uurijate palgad olnud Eestis ühtede madalamate seas (Murakas 2007), mis ka motiveerib erinevaid eesmärktasemeid seadma. Tartu Ülikoolis on siin kasutatud indikaatoreid eri ametikohtadel soovitatavate keskmist palkade kohta suhtena Eesti keskmisse palka (nt professoril 4, dotsendil 3, lektoril 2). Sellise näitaja probleemiks Eesti tööturu kesksus, st eeldab vaikimisi, et alternatiivne hõive on erasektoris, samas mobiilsete teadlaste korral on olulisem hoopiski teadlaste palgataseme Eestis võrreldes teiste riikidega, mis tuleks arvesse alternatiivse töökohana (nt lähiriigid või EL liikmesriigid). Viimasesse konteksti ei pruugi eesmärktase keskmise palga suhtes sobida, nt kokkusurutud palgajaotusega riikides, nagu Skandinaavia, pole ilmselt reaalne, et professor teeniks 4 keskmist palka (10% kõrgemapalgalisi teenivad ainult ca 2-2.5 korda rohkem kui 10% madalapalgalisi).

Doktorikraadiga töötajate tööleasumine erinevates majandusharudes on seotud ka teadmiste ülekandumisega ülikoolidest ettevõtetesse, vahendades seeläbi teadmiste mõju ühiskonnale. Niisiis teadmiste ülekandumise (kas ülikoolidest ettevõtetesse või ettevõtete vahel) näitajate juures on oluline koht töötajate mobiilsuse indikaatoritel. Samas pole ka liiga suur töökohtade-vaheline mobiilsus soovitatav (ettevõttespetsiifilise inimkapitali väiksem akumulatsioon), samas on selle optimaalset määra raske määrata. Poliitiliselt on eriti suur tähelepanu olnud teadlaste rahvusvahelisel mobiilsusel, siin on seatud just ülikoolides erinevaid eesmärke. Akerblom et al. (2008) on soovitanud kasutada näitajat nagu doktorikraadi omajate mobiilsus riikide vahel. Teisalt pakub huvi ka T&A seotud töötajate, sh doktorite, töökohtade-vaheline mobiilsus (*job to job mobility rates*), eelistatud andmeallikaks on seejuures registrid, kuivõrd töäjõuuuringute valimid pole väga suured (nt Eestis kvartaalselt 5000). Eesti puhul kasutasid näiteks Masso, Eamets, Mõtsmees, Philips (2011) töötajate CV-Keskuse andmeid inimeste mineviku töökohtade kohta uurimaks töötajate mobiilsuse seost ettevõtete innovaatilise tegevusega. Tabel 2.5 toob ära teaduse ja tehnika (HRST) töötajate aastane liikumine



töökohtade vahel Eurostati andmetel. Nagu näha, on Eestis mobiilsuse näitajad mõnedest innovaatilistest liikmesriikidest nagu Soome pigem madalamad. Ilmselt on see näitaja palju mõjutatud tööturu institutsionaalsest korraldusest (nt Taani turvalise paindlikkuse (flexicurity) mudel), samuti tuleb lühiajaliste arengute tõlgendamisel arvestada majanduse tsüklilisuse mõjuga, nt on langev mobiilsus ilmselt seotud inimeste kartusega töökoha vahetamise ees ja vabatahtliku töölt lahkumise ees seoses majanduskriisi ajal kasvanud tööpuudusega.

**Tabel 2.5** Teaduse ja tehnika (HRST) töötajate aastane liikumine töökohtade vahel

Majandus- haru	Riik	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL	EE		8.1		6.2	6.9	6.9	7	6	5.8	
TOTAL	LV		6.4	7.4	5.8	5.9	7	7.5	7.2	6.2	5.8
TOTAL	LT	6.2	7.4	5.8	5.6	6	5.5	6.1	6.6	7.3	7.7
TOTAL	FI	10.7	10.3	8.8	8.9	8.7	8.5	9	8.5	8.1	7
TOTAL	EU27								6.7	6	
D	EE										
D	LV		9							7.8	
D	LT		13.2	8.4							
D	FI	8.4	6.9	5.4	6	5.7	6.3	8.3	7.2	5.5	3.4
G-Q	EE		8.5		6.4	6.1	6.5	6.8	6.6	5.8	
G-Q	LV		6	7.7	5.6	5.8	6.8	7.2	7	5.8	5.9
G-Q	LT	5.4	6.6	5.2	4.8	5.1	5.1	5.8	6.2	7.1	7.8
G-Q	FI	11.2	11.2	9.6	9.6	9.2	8.9	9	8.7	8.5	7.8
KIS	EE		8.5		7.3					5.3	
KIS	LV		5.7	5.2	7	5.4	5.8	6.4	7	4.9	5.7
KIS	LT	4	4.9	3.4	3.4	3.3	3.7	4.2	4.4	6.1	6.2
KIS	FI	11.8	11.7	10.3	9.9	9.6	9	9.6	9.1	8.2	8
LKIS	EE		8.5								
LKIS	LV		6.5	10.9	3.5	6.5	7.9	7.8	7.1	7.7	6.5
LKIS	LT	8.1	9.3	8	7.1	7.6	7	8	8.6	9.3	10.9
LKIS	FI	9.9	10.1	8.2	8.9	8.4	8.7	7.7	7.9	9.2	7.3

Allikas: Eurostat

Märkus. Andmed katavad töötajaid, kel on kolmanda taseme haridus, või kes töötavad teaduse- ja tehnika ametialadel, kus tavaliselt nõutakse kolmanda taseme haridust. Tabelis toodud numbrid näitavad aasta (12 kuu) jooksul töökohta vahetanud inimeste arvu suhet töötajate koguarvu perioodi lõpus.

### **Otseste välisinvesteeringute (OVI) indikaatorid**

Perioodi 2007-2013 T&A strateegia täitmise aruannetes on viidatud välisosalusega ettevõtete koguarvu dünaamikale ja kogu välisinvesteeringute positsiooni dünaamikale (näitaja tüüpiliselt mõõdetud suhtena SKP-sse. Ka Sloveenia strateegia (National Reform Programme 2011–2012) võttis eesmärgiks tõsta 2009-2014 sissetulevate välisinvesteeringute osakaalu 31%lt 37%-ni ja väljaminevatel 17%lt 20%-ni. Alati on ka küsimus, kui palju jälgida investeeringute harulist struktuuri, nii viitab strateegia täitmise raport (Aruanne strateegia...2011) madalale kõrge- ja keskkõrgtehnoloogiliste harude

osakaalule saadud investeeringutes. Üldiselt pole kirjanduses OVI-de, innovatsiooni ja tehnoloogia seosed ühesed. Kuigi kirjanduses on laialt uuritavaks uurimisküsimuseks OVI-de mõju tootlikkusele nii välisosaluselise ettevõtte kui ka kodumaistes ettevõtetes läbi ülekandefektide (Görg and Greenaway 2004), ei saa võtta otseste välisinvesteeringute positiivset mõju innovatsioonile iseenesest mõistetavana, nt välisosaluselise ettevõtte TA intensiivsus on tihti madalam kui kodumaistel firmadel (OECD 2006), multi-natsionaalidel võib-olla stiimul kanda üle vanemaid tehnoloogiaid (Almeida and Fernandes 2006), nad võivad olla nõrgemini seotud kohaliku innovatsioonisüsteemiga (Günther *et al.* 2009) jms. Masso *et al.* (2013) uurimus näitas, et Eestis välisettevõtete kõrgem innovaatilisus on suures osas seletatav erinevate ettevõtte karakteristikutega (suurus, haru jne). Lisaks sissetulevatele välisinvesteeringutele tuleks kaaluda ka suuremat tähelepanu väljaminevate välisinvesteeringute positsioonile: kuigi sageli nähakse neist töökohtade kadumise ohtu, võib ka seda pidi toimuda tehnoloogia ülekand (Barba Navaretti and Venables 2004). Üheks võimalikuks poliitikas järgitavaks indikaatoriks oleks niisiis välisettevõtete poolt teostatud T&A kulutuste osakaal.

### **Väliskaubanduse indikaatorid**

Senistest strateegiates on ekspordi eesmärgid sees, nt Eesti 2020 seadis eesmärgiks kasvatada Eesti ekspordi osatähtsust maailma kaubanduses 0,085% pealt tasemele 0,110%, samuti mainib Teadmispõhine Eesti ekspordi seoses vajadusega tootlikkust tõsta läbi suure lisandväärtusega ekspordi (lk. 15), samas pole strateegiadokumentides väliskaubanduse indikaatoreid otseselt seotud innovatsiooni ja tehnoloogiaga. Ühe probleemikohana Eestis on mainitud seda, et viimase kümnendi jooksul kõrgtehnoloogiliseks defineeritud harude ekspord on langenud ja olnud suhteliselt madalamal tasemel (kõrgtehnoloogilise ekspordi osakaal koguekspordis oli 2006 a. 8% võrreldes 16,6 %-ga EL27 riikides), mida seletati üleminekuperioodi pärandiga ja et olemasolevad poliitikad pole suutnud toetada kõrgtehnoloogiliste sektorite arengut (lk 57), samas pole selge kuivõrd see on seotud kaotusega lisandväärtuses (Peer Review 2012, lk. 9). Teiste riikide strateegiates on eesmärgistatud ekspordi ja SKP-suhet (Sloveenias 2009-2014 kasv 58-lt 65% tasemele), samuti keskmise ja kõrgtehnoloogilise ekspordi osakaalu (Sloveenias 2009-2014 kasv 58,2 % tasemelt 61,2% tasemele), ekspordimahu indeksit (2005-2014 173-lt 206-ni). Kõrgtehnoloogiliste eksporditoodete osakaalu indikaatorit on kasutatud kui teadmiste leviku (*knowledge diffusion*) näitajat, samas seda on kritiseeritud, kuna see võtab arvesse ainult otseseid tehnoloogia sisendeid (nagu T&A) ja ei arvesta kaudse tehnoloogiaga, mis sisaldub masinates ja vahetarbimises (Akerblom *et al.* 2008). Eelnev kehtib ka kõrgtehnoloogiliste importtoodete osakaalu kohta. Tihti analüüsitud fenomen on tootmissisendite välismaalt ostmise (*offshoring/outsourcing*, nt imporditud tootmissisendite osakaal kogu vahetarbimises), samuti selle mõju

ettevõtete tootlikkusele, samas väga väikese riigi nagu Eesti puhul võib-olla suur välismaalt sisseostetud tootmisendite osakaal paratamatu. Analüüsimaks ekspordi spetsialiseerumise näitajaid on pakutud välja ka indikaatorid, mis peaksid mõõtma spetsialiseerumist kvaliteedile (kas konkurentsieelise annab kvaliteet või hind), näiteks ekspordi ühe ühiku (nt kilogrammi) väärtus (viimane võrdluses ka impordi ühiku), vt nt Aiginger et al. 2006 (sh rakendusena Soome innovatsioonisüsteemi analüüsis), niisiis liikudes ka enam väliskaubanduse toote-tasandi analüüsile.

### **Kõrgekvaliteediliste publikatsioonide arv ISI andmebaasis**

Tegemist on Eestis ühe enamtäidetud indikaatoriga, kus esialgset algtaset (749 aastal 2004, 1200 aastaks 2013) 2008 a. tõsteti (uus siht 1500). Võib argumenteerida, kuivõrd antud ISI andmebaasi publikatsioon üldse enam on kõrgekvaliteedilise publikatsiooni näitajaks, nii näiteks on ISI ajakirjade nomenklatuur täienenud jõudsalt uute liikmesriikide piirkondlike ajakirjadega. Samas Eesti puhul on kiirelt kasvanud ka kõrgekvaliteediliste publikatsioonide arv (10% enam tsiteeritud publikatsioonidest), ja seda isegi kiiremini kui publikatsioonide koguarv (18% vs 9% aastas perioodil 2000-2007). Eraldi indikaatorina on vaadatud dokumentides rahvusvahelisi koostööpublikatsioone, nt nende osakaalu kõigis publikatsioonides, mis Eestis on aja jooksul pisut vähenenud (ca 50% pealt 45%-le); sama on olnud näha ka teistes uutes liikmesriikides, nt Leedus (2000-2009 Leedus 80% pealt 36% peale, Ukrainski et al. 2013). Strateegia täitmise raporti (Aruanne...2011) oletust, et viimane on seotud ISI ajakirjade nomenklatuuri laienemisega uute liikmesriikide ajakirjadega, kinnitab ehk Ukrainski et al. (2013) tulemused: vaadates ainult kõigil kolmel aastal (2000, 2005, 2009) eksisteerinud ajakirju oli Leedus koostööpublikatsioonide osakaalu langus 18 protsendipunkti (koguvalimis 44), samas Eesti andmetes ei omanud see mõju (vastavalt 19% ja 20%). Võib ka üldse diskuteerida, milline peaks olema selle indikaatori sihttase ja koostöösidemete regionaalne jaotus; st pole vist päris selge, mis peaks olema selle näitaja sihttase Eestis. Nii näitavad andmed, et see näitaja on oluliselt kõrgem väikeriikides; kuid sellele vaatamata, indikaatorid, mis võrdlevad tegelikku jaotust juhuslikuga (Frenken 2002), ennustaksid täieliku rahvusvahelise integratsiooni puhul, et väikeriikidel peaksidki olema praktiliselt ainult rahvusvahelised koostööpublikatsioonid. Arvestades selle küsitavust pakkusid Ukrainski et al. (2012) välja ka viisi olemasolevat näitajate kohandamiseks väikeriigi eripära arvestavaks. Üldiselt tuleb bibliomeetriliste andmete kasutamisel teadussüsteemide võrdleval analüüsil olla ettevaatlik, nt seoses mitte-inglisekeelsete publikatsioonide arvestamisega või mitteamestamisega (vt nt van Leeuwen et al. 2001).

## Patentide indikaatorid

Perioodi 2004-2013 strateegias seatud sihttase (Euroopa Patendiameti patenditaotluste arv miljoni elaniku kohta viiekordne kasv) saavutamine, arvestades viidatud muutusi statistika kogumisel ja esitamisel (milletõttu esialgne 2002 a. tase oli 4,19, mitte 8,9), saavutati (2010 a. 38.07). Võrdluseks, Slovakkia strateegias seati eesmärgiks kasv 2003.a 8,1-lt 2013 aasta 18. (tegelikult kasv 2003-2010 tasemelt 5,79 tasemele 6,04). Küsimus on ka selles, mis näitaja suhtes patentide või patenditaotluste arvu normeerida, suhe SKP-sse või TA kulutustesse oleks ilmselt lähedasem mingile teadmiste loomise protsessi tootlikkuse näitajale. Nimelt, nagu tootmises, nii on ka teadmiste loomises kaustatud sisend-väljund seoste analüüsi, nn teadmiste loomise funktsiooni (*knowledge production function*; alates Griliches 1979). Vaadates patentide arvu suhtena T&A kulutustesse (Tabel 2.6) on Eesti EU27 tasemele lähenenud, niisiis see pigem peegeldab Eesti T&A kulutuste taset. Suhtena SKP-sse (miljardite SKP ühikute kohta) on mahajäämus küll mõnevõrra suurem - viimast näitajat kasutas Peer Review (2012) rõhutades Eesti kahekordset mahajäämust võrreldes EL keskmisega (Peer Review 2012). Patendi indikaatoritel on loomulikult mitmeid probleeme võrreldavuse osas, nt 1) erinevused ettevõtete ja majandusharude kalduvuses patenteerida; 2) suured erinevused patentide majanduslikus väärtuses, mis on reeglina väga ebasümmeetrilise jaotusega (vt nt The Value of European Patents 2005). Võib olla oluline vahe, kas kasutada patendi taotlusi või omistatud patente, näiteks väike-ettevõtetel võib olla väiksem edukuse määr oma patenditaotlustel (Akerblom et al. 2007).

**Tabel 2.6** Eesti patenditaotluste arvu dünaamika

Indikaator	Riik	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EPO taotlused miljoni elaniku kohta	EE	0.77	5.28	6.55	4.73	15.78	21.02	25.56	32.5
	EU27	62.2	101.82	112.79	115.28	116.43	115.29	111.58	110.4
EPO taotlused miljardi EUR SKP kohta	EE	0.55	1.36	0.91	0.57	1.58	1.76	2.1	3.15
	EU27		5.71	5.2	5.12	4.91	4.61	4.45	4.7
EPO taotlused miljardi EUR TA kulutuste kohta	EE		198.86	107.01	61.24	140.54	162.51	164.73	220.73
	EU27	246.54	311.39	284.2	280.35	265.53	249.07	231.86	233.13
Koos taotletavate patentide osakaal									
Üksik taotleja / leiutaja	EE		27%	45%	31%	14%	39%	26%	28%
	EU27	43%	41%	37%	37%	36%	36%	35%	39%
Leiutajad/taotlejad EL liikmesriigist	EE		18%	4%	12%	14%	18%	13%	1%
	EU27	3%	4%	4%	5%	5%	5%	5%	4%
Leiutajad/taotlejad mitte EL liikmesriigist	EE			3%	6%	9%		1%	
	EU27	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
Koos taotletav patent koos leiutajate/taotlejatega samast riigist	EE	12%		14%	4%	2%		7%	
	EU27	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	3%

Allikas: Eurostat, autorite arvutused

Märkus. EPO – European Patent Office (Euroopa Patendiamet).

Patendi indikaatoreid saab samas kasutada ka teadmiste voogude mõõtmiseks riikide vahel, s.t. kas patendi taotlejate ja leiutajate hulgas on kaks või enam riiki. Lisaks võib vaadata patente ja patenditaotlusi ka erinevates tehnoloogilistes valdkondades (IKT, biotehnoloogia, meditsiin) jne. Vastavalt rahvusvahelise patentide klassifikaatorile (*international patent classification*), Eesti puhul oli 2000-2010 suurima osakaaluga elekter (sh IKT, 24%), füüsika (22%), inimvajaduste rahuldamine (21%, sh meditsiin ja biotehnoloogia). Teadmiste sissevoolu mõõdab seejuures kodumaiste taotlejate patendid, kus on välismaised kaasautorid, samas kui väljavoolu välismaised taotlused koos kodumaise kaas-leiutajaga; siinkohal samas Eesti statistika on üsna hüplik seoses madala patentide arvuga, mis ei võimalda palju järeldusi teha. Euroopa Patendiameti patenditaotluste puhul Eesti madala patenteerimise taseme selgitusena on mainitud, et peamised takistused teaduse kommertsialiseerimisel on seni olnud vähesed teadmised ja kogemused kuidas kaitsta ja kommertsiaalselt kasutada ülikoolide intellektuaalset omandit (lk. 59). Patentide mõneti piiratud tähtsust näitab ka see, et isegi kõrge patenteerimise aktiivsusega Põhjamaades alla 1% ettevõtetest registreerib patente aastati (Akerblom et al. 2008).

## **2.4. Kokkuvõte**

Indikaatorite kasutamine Eesti senistes teadus- ja arendustegevuse strateegiates on saanud mitmesugust kriitikat. Indikaatorite valikul ja koostamisel tuleks arvestada nendele rakenduvaid metoodilisi nõudmisi, samuti mõista enam valitud indikaatorite dünaamikat mõjutavaid tegureid üldistades selleks läbiviidud uuringute tulemusi. Nii üritati käesoleva peatüki lõpus analüüsida senisesse strateegiates valitud näitajate sihttasemete täitmist ja dünaamikat. Käesolev ülevaade ei katnud samas ka kõiki indikaatorite valdkondi, mis võiks olla kasulikud teadus- ja innovatsioonipoliitikale. Nii on laiaks valdkonnaks innovatsiooni mõõtmine avalikus sektoris, samas kui innovatsiooniuuringud katavad innovatsiooni ettevõtetes, kuid mitte avalikus sektoris. Viimases osas võivad olla kasuks nt riigihangetega seotud näitajad. Samuti lisaks kitsalt nt teadus-arendustegevuse või innovatsiooniga seotud indikaatoritele võivad olla kasulikud ka mitmesugused laiemad sotsiaal-majanduslikku olukorda kajastavad näitajad. Nii näiteks Skandinaavia riikide suhteliselt kokkusurutud palgajaotus tähendab suhteliselt kõrgeid palku palgajaotuse alumises otsas, mis on võrreldav täiendava subsiidiumiga tugevatele ja maksuga nõrkadele firmadele, mistõttu viimased ei suuda ellu jääda (Ekeland 2008) ja võib tekitada seeläbi täiendava surve ettevõtete restruktureerimiseks ja tootlikkuse kasvuks. Graversen ja Sinue (2008) diskuteerivad sellest seisukohast samuti flexicurity (turvalise paindlikkuse) indikaatori kasulikkust. Teadussüsteemi rahastamise indikaatorite üle diskuteeritakse nt raportis Ukrainski et al. (2010), nagu millised oleks nt institutsionaalse ja projektipõhise finantseerimise vahetõke,

finantseerimisinstrumentide arv jne. Samuti pole siinkohal vaadatud ettevõtluse näitajaid, nagu ettevõtluse demograafia indikaatorid (nt ettevõtete loomise ja sulgemise määrad, kiirelt kasvavate ettevõtete arv jne). Indikaatorite valdkond on suhteliselt lai, ja on loomulik, et analüüsi kõikvõimalike näitajate sobivust Eesti konteksti pole üritatud ühte raportisse suruda, vaid siinkohal on olnud valiku aluseks seni enam tähelepanu saanud näitajad.

### 3. Innovatsiooni tõhususe ökonomeetriline hindamine

#### 3.1. Väärtusahelad, innovatsioon ja lisandväärtus

Eestil on globaalses kontekstis väga väike ja avatud majandus<sup>7</sup>, millega tuleb majanduse tõhususe analüüsil ning poliitikasoovitusi kujundades arvestada. Maailmamajanduse globaliseerumine<sup>8</sup> ja Eesti majanduse avatus tähendavad kohalike ettevõtete suuremat seotust globaalsete väärtusahelatega. Seepärast ei saa majanduse ja selle harude tõhusust ning selle mõjutamise poliitikaid vaadelda lahus neist võrgustikest. Tõstatades küsimuse mõne kohaliku tööstusharu tootlikkuse tõstmisest, tähendab see vajadust selgitada selle väärtusahela positsiooni, kus haru ettevõtted tegutsevad, ettevõtete positsiooni ahelas ja väärtusahela ülesehitust. Selgus neis küsimustes võimaldab kujundada seisukohta, kas ja kuidas on võimalik suurendada ettevõttele osakssaavat lisandväärtust. Väärtusahela all mõistetakse kõiki vajalikke tegevusi, alates toote kontseptsioonist kuni tootmise ja mitmesuguste tugiteenusteni, tarnimaks toodet/teenust lõpptarbijani (Kaplinsky, Morris 2001). Väärtusahelaid saab jaotada mitmele tasandile: globaalne, makro- (riik), meso- (haru) ja mikrotasand (ettevõtte) (Gereffi, Kaplinsky 2001). Igal tootel või tooterühmal on oma väärtusahelad, mis võivad olla struktuurilt, tegutsemise printsiipidelt ja dünaamikalt väga erinevad. Väärtusahelad on nii kohvil kui kakaol, erinedes samas oluliselt sõiduautode ja mobiiltelefonide väärtusahelatest. Väärtusahelas sisalduvad tegevused võivad toimuda ühe ettevõtte sees, või olla jaotunud üle paljude ettevõtete. Tegevuste jaotumine võib olla geograafiliselt koondatud või hajutatud. Paljude ettevõtetega väärtusahelat, mille tegevused on jaotunud üle kontinentide, nimetatakse globaalseks väärtusahelaks.

Gereffi *et al.* (2005) eristab väärtusahela struktuuri kujunemisel kolme tegurit:

- tehingutega kaasnev teabe ja teadmuse (toote ja protsessiga seotud) ülekande keerukus;
- nimetatud teabe süstematiseerimise määär;
- tarnijate võimekus, vastamaks tehinguga kaasnevatele nõuetele.

Märgitud kolm tegurit võivad omada kahte väärtust – kõrge ja madal. Sellest tulenevad viis majanduslikult mõttekat tegurite kombinatsiooni, mille alusel saab esitada väärtusahela struktuuri (vt Tabel 3.1).

<sup>7</sup> Eesti toodete ja teenuste eksport osakaaluna SKP-st oli 2012. a 92%, samas EL-i keskmine 44% (Export of Goods and Services...2013)

<sup>8</sup> Globaliseerumisest on rohkem mõjutatud kõrgtehnoloogiline tööstus, sest kogu vajalik oskusteave ei pruugi olla lokaalselt kättesaadav (Moving up...2007)

**Tabel 3.1** Väärtusahelaid kujundavate tegurite kombinatsioonid ja vastavad ahelad.

Ahela valitsemine	Tehingute keerukus	Teabe süstematiseerimise võimalus	Tarnijate võimekus	Otsese koordinatsiooni ja mõju asümmeetria määr
turg	madal	kõrge	kõrge	<div style="text-align: center;">           madal            ↑            ↓            kõrge         </div>
modulaarne	kõrge	kõrge	kõrge	
relatsiooniline	kõrge	madal	kõrge	
kontrolliv	kõrge	kõrge	madal	
hierarhia	kõrge	madal	madal	

Allikas: Gereffi *et al* 2005.

Struktuuri tüpoloogia põhineb ahela valitsemisel<sup>9</sup> (*governance*) (ahela juhtettevõtte ja selle tarnijate suhted), mille kaks äärmist varianti kirjeldavad nõ puhast olukorda, kus koordinatsioon väärtusahela osaliste vahel toimub täielikult turu vahendusel või ühe ettevõtte siseselt. Ülejäänud kolm varianti pakuvad rohkem huvi, iseloomustades globaalsete väärtusahelate tüüpilisi variante<sup>10</sup>. Neid kolme varianti eristab veel üks omadus – ahela partnerite (tarnijate) vahetamise kulud (Gereffi *et al* 2005). Need kasvavad, liikudes modulaarsest ahelast kontrollivani. Modulaarses väärtusahelas on tarnijate vahetus suhteliselt odav, kontrollivas ahelas suhteliselt kulukas, tähendades tarnijate lukustamist juhtettevõtte külge. Globaalset elektroonikatööstust peetakse modulaarse väärtusahela prototüübiks (Sturgeon 2002). Relatsioonilise väärtusahela näiteks on autotööstus, mille üheks põhjuseks on toodete suuresti integraalne arhitektuur (Biesebroek, Sturgeon 2010:209). Autotööstuse väärtusahelad ei ole samas geograafiliselt ulatuselt võrreldavad elektroonikatööstusega, tegemist on rohkem regionaalsete ahelatega, kus tootmine liigub allhankena odavamatesse piirkondadesse regiooni sees (nt USA-st Mehhikose) (samas). Kontrolliva väärtusahela näiteid võib leida agrotööstusest, kus suure põllumajandussaaduste töötleva koordinatsiooni all on palju väikseid tootjaid.

Oluliseks väärtusahela tüübiks on modulaarne (ahela lülid on suhteliselt iseseisvad moodulid), mis mõjutab oma arenguga ka teisi väärtusahelate tüüpe<sup>11</sup>. Modulaarsus on kogum printsiipe keeruka süsteemi haldamiseks, põhinedes sellise süsteemi jaotamisel diskreetseteks osadeks, mis suhtlevad üksteisega standardiseeritud arhitektuuriga standardsete liidestite kaudu (Langlois 2002). Modulaarse süsteemi disain põhineb kolmel reeglil (Baldwin, Clark 1997: 86):

- arhitektuur määratleb süsteemi moodulid ja nende funktsioonid;
- liidesed kirjeldavad moodulite ühendamist ja kommunikatsiooni;

<sup>9</sup> Valitsemise rolli olulisust väärtusahelates selgitas Gereffi (1994), uurides globaalsete väärtusahelate koordineerimist. Väärtusahelaid iseloomustab ühe(mõne) osapoole domineerimine, kes määrab ahela olemuse, otsustab ahela lülide edenemise ahelas ning koordineerib lülidevahelisi tegevusi.

<sup>10</sup> 1990ndatel kasutati lihtsamat tüpoloogiat, kus väärtusahelad jaotuvad tootja- ja ostjakeskseteks, milles ahela lülidevahelise koordinatsiooni eest vastutab mõni suurem tootja või (jae)müüja. Gereffi *et al* (2005) väitel ei kajasta selline tüpoloogia enam piisavalt adekvaatselt globaalsete väärtusahelate struktuuri, kuid kasutatakse siiski mõlemaid jaotusi.

<sup>11</sup> Modulaarsus on üks võtmeteguritest, mis soodustab ahela globaliseerumist (Jacobides 2008)



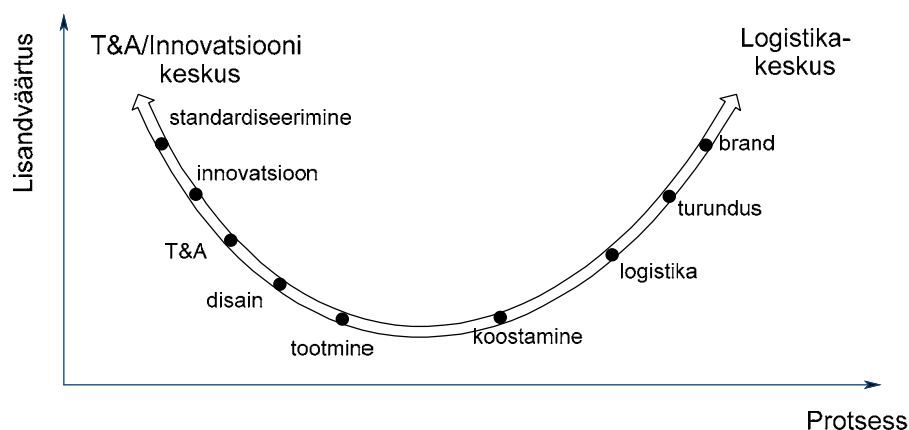
- standardid testivad moodulite vastavust disaini reeglitega ja mõõdavad moodulite tulemuslikkust.

Toodete modulaarsus mõjutab ka neid tootvate organisatsioonide (väärtusahelate) kujunemist modulaarseteks (Sanchez, Mahoney 1996). Globaalsete väärtusahelate kujundamisel on oluline roll elektroonikatööstusel, mis on vahetoodangu rahvusvahelises kaubanduses domineerivaks tööstusharuks (suurim, osakaaluga 43% 2006 a, samuti suurima kasvumääraga ~14%) (Sturgeon, Kawakami 2010). Elektroonika riistvara tootmist loetakse kõige olulisemaks haruks materiaalsete hüviste tootjate hulgas, sest lisaks sektori suurele hõivele ja tulule võimaldavad nende tooted teiste harude tootlikkuse kasvu ja stimuleerivad innovaativsust majanduses tervikuna (Mann, Kirkegaard 2006). Globaalne elektroonikatööstus muutus 1990ndatel hierarhilisest modulaarseks, kui suured USA ja Euroopa tootjad loobusid tööjõumahukast tootmisest ja hakkasid elektroonika tootmisteenust sisse ostma, millega kaasnes tööstuse kiire laienemine odavamatesse riikidesse (Gereffi *et al* 2005). Elektroonikatööstuse globaliseerumisele on kaasa aidanud selle mitmed spetsiifilised omadused ja arengud: vahe- ja lõpptoodete suur väärtuse ja kaalu suhe (odav transportida), võimaldades ahela geograafilist hajutatust; CAD<sup>12</sup> süsteemide ja interneti areng, lisaks toodete digitaliseerumine, mis lihtsustab keeruka teabe süstematiseerimist ja ülekannet; kõigi oluliste protsesside formaliseeritus ja standardiseeritus. See kõik võimaldab ahela osalisi vahetada, ilma oluliste muutusteta toote disainis või protsessides (Langlois 2003). Märkitud aspektid mõjutavad elektroonikatööstuse väärtusahela osalisi, mistõttu isegi suurimad ahelas tegutsevad tootmisteenust pakuvad allhankijad on vähese turujõuga, neid iseloomustab väga tugev omavaheline konkurents ja madal kasumlikkus (Sturgeon, Kawakami 2010).

Väärtusahela lisandväärtuse jaotuse mudeldamisel on kirjanduses kasutatud leidnud „naeratava näo“<sup>13</sup> mudel, kus väärtusloome keskmes on suhteliselt madala lisandväärtusega tootvad tegevused, mis on mõlemalt poolt piiratud kõrgema lisandväärtusega teenustega (vt Joonis 3.1).

<sup>12</sup> Computer Aided Design - raalprojekteerimine.

<sup>13</sup> Ka Shih kõver, Aceri tegevjuhi Stan Shih järgi, kes seda esitles.



**Joonis 3.1** Liikumine kõrgema lisandväärtusega, globaalselt integreeritud teenusmajanduse suunas (allikas: World Economic Forum 2012, autorite kohandus).

Teenused on kasvava osatähtsusega globaalsete väärtusahelate arengus, võimaldades füüsiliste toodete väärtusahelatel globaliseeruda, moodustades nõ liimi, mis geograafiliselt hajutatud ahelad tervikuks ühendab (World Economic Forum 2012). Näiteks autotööstuse väärtusahelates moodustavad lõpptootte väärtusest juba ligi kolmandiku mitmesugused teenused (samas).

Lisandväärtuse jaotust väärtusahelate sees on uuritud elektroonikatööstuses konkreetsete toodete alusel, võrreldes marginaale (Dedrick *et al* 2009). Nendeks toodeteks olid Apple miniatuurne meediamängija iPod ja HP sülearvuti (nc6230). Kuigi mõlemad tooted võimaldavad modulaarset arhitektuuri, on siiski nende lisandväärtuse jaotus vägagi erinev. iPodi korral saab suurima osa ahela lisandväärtusest Apple, sülearvuti korral on suurim marginaal hoopis Intelil ja Microsoftil<sup>14</sup>, kuigi kaubamärgi omanikuks ja ahela juhtettevõtteks on HP. Mõlema toote korral on vähim osa tootmisteenuste pakkujatel. Selline erinevus on seotud elektroonikatööstuse väärtusahelate struktuuriga, nimelt ei pruugi ahela juhtettevõtte olla mõjukaim. Juhtettevõtte ja allhankija kõrvale lisandub kolmas ahela osaline, platvormi<sup>15</sup> liider (Sturgeon, Kawakami 2010). Näitena personaalarvutite tööstuses (ka mobiiltelefonide tööstuses on sarnased arengud) on küll erinevates segmentides juhtettevõtted, aga kogu väärtusahelas on mõjukaimad riistvaraplatvormi liider Intel ja tarkvaraplatvormi liider Microsoft (samam). Intel kujundab kogu PC riistvaratööstuse väärtusahelat, tema otsustest ja arengust sõltub globaalse väärtusahela areng. See on väga erinev teistest valdkondadest, kus komponentide tarnijad ei oma sellist mõju ahelale tervikuna. Apple juhitavad väärtusahelad on erinevad, sest Apple on korraga nii platvormi liider kui

<sup>14</sup> Nende kahe osakaal arvuti hulgihinna on ligi kolmandik, sellelt saadav keskmine brutomarginaal ligi 2/3, samas kui tööstusharu keskmine brutomarginaal on umbes kolmandik (Dedrick *et al* 2009).

<sup>15</sup> Ettevõtte, mis on saavutanud edu enda tehnoloogia (tarkvara, riistvara) siirdamisel teiste ettevõtete toodangusse (Fixson, Park 2008).

ahela juhtettevõtte (samas). See võimaldab haarata endale suurema osa väärtusahelas teenitud lisandväärtusest. Kui PC väärtusahelad on modulaarsed tüüpi, siis Apple juhivad ahelad on rohkem kontrollivad, ka toode ise on enam integraalset tüüpi, milles juhtroll on Apple käes (Dedrick *et al* 2009). Kirjeldatud ahelad on kooskõlas joonisega 1, kus tootmisteenused on madalaima osakaaluga lisandväärtusest, ja lisandväärtus suureneb, liikudes ahela otstesse. Kui iPodi puhul on ahela mõlemad teenuste osad Apple kontrolli all, siis PC korral on see jagunenud ahela juhtettevõtte ja platvormi liidrite vahel. Elektroonikatööstuse näite põhjal on lisandväärtuse jaotus ahelas asümmeetriline, soosides ahela mõjukamaid osalisi.

Mis ikkagi võimaldab teenida suuremat lisandväärtust (tihti ka majanduslikku kasumit<sup>16</sup>), sest konkurentsi korral ei tohiks selline olukord kestlik olla? Suurima osa lisandväärtusest saavad need, kes suudavad kaitsta ennast konkurentsi eest, luues konkurentidele sisenemisbarjääre – kõrgem barjäär tagab kõrgema kasumlikkuse (Kaplinsky, Morris 2001). Barjäärid võivad tekkida erinevatel põhjustel, nt kontroll piiratud loodusvarade üle, ligipääs kvaliteetsemale taristule, poliitiline soosing. Olulise rühma moodustavad endogeenset tüüpi barjäärid, mis tekivad ettevõtte tegevuse tagajärjel, võimaldades teenida Schumpeteri-tüüpi kasumit (samas). See on täiendav kasum, mis tekib innovatsiooni tulemusena, st konkurentist väljub keegi võitjana, teenides võidu eest suurema kasumi. Schumpeteri-tüüpi kasum on loomult dünaamiline ja saavutatud edu iseenesest ei kesta, innovatsioon peab olema pidev. Eeltoodud elektroonikatööstuse näidete korral on kõrgema kasumlikkuse juures peamiselt tegemist innovatsioonist tuleneva kasumiga<sup>17</sup>, sest konkurent on selles sektoris väga tugev.

### **3.2. Väärtusahelate kujundamine ja positsiooni muutmine ahelas**

Väärtusahelate globaliseerumisel omavad juhtrolli multinatsionaalidest ettevõtted, kes saavad kasumi maksimeerimise eesmärgil oma rahvusvaheliste võrgustike sees vahe- ja lõpptooteid ning tootmist ümber paigutada (OECD 2007: 37). General Electric (GE) on üks sellistest suurtest, väga mitmekülgse tooteportfelliga multinatsionaalidest<sup>18</sup>. GE ei lähtu väärtusahelate kujundamisel ainult tööjõukuludest, mis on pigem teisejärguline tegur, võtmetegurid väärtusahelate kujundamisel on hoopis järgmised (World Economic Forum 2012):

- Kohaliku turu potentsiaal. Arvestatakse tootmise, teenuste või arenduskeskuste asukoha valikul, kus eelistatud on suured või suure potentsiaaliga turud.

<sup>16</sup> Täiendav kasum, mida konkurentsi korral ei teeniks. Viitab monopolsele seisundile.

<sup>17</sup> Microsofti puhul saab viidata ka seadust riivavale monopolisuse taotlusele (Schmalensee 2002)

<sup>18</sup> Forbes Global 2000 alusel maailmas suuruselt neljas ettevõtte (The World Biggest...2013).

- Piisav inimkapital. Oluline on doktorikraadiga teadurite ja talendikate inseneride olemasolu. GE globaalsed arenduskeskused, kus inimkapital on määrava tähtsusega, paiknevad seetõttu Saksamaal, Hiinas, Indias, Brasiilias, USAs.
- Infrastruktuur. Riik, mis tahab konkureerida globaalse väärtusahela mõne sõlme asukohale, peab omama vajalikku taristut – usaldusväärset energiavarustust, transporti, kommunikatsiooni, tagamaks töökindlat ühendust väärtusahela teiste lülidega.
- Õiguslik ja poliitiline keskkond. Tihti määrav tegur. Soodsalt mõjuvad poliitikad, mis soodustavad inimkapitali arengut, lisaks ettevõtlussõbralik regulatsioon ja paindlik tööjõuturg. Vastunäidustatud on korruptsioon ja nõrk intellektuaalomandi kaitse.

Globaalsete väärtusahelatega on seotud majandusliku edendamise (*economic upgrading*) mõiste. Selle all mõistetakse ettevõtete, riikide või regioonide edenemist väärtusahelas, kõrgema väärtusega tegevuste suunas, teenimaks suuremat osa ahelas toodetud lisandväärtusest (Gereffi 2005: 171). Tõus väärtusahelas eeldab mitmesuguseid kombineeritud meetmeid, mis võivad sisaldada valitsuse poliitikaid, ettevõtete strateegiaid, tehnoloogiaid, oskusteavet. Globaalse väärtusahela raames eristatakse nelja tüüpi arenguid (Humphrey, Schmitz 2002):

1. protsesside edendamine – reorganiseerides tootmist või kasutades moodsamaid tehnoloogiaid, eesmärgiks tõhusus ahela lülides sees ja lülides vahel;
2. toodete edendamine – vanade täiustamine ja uute juurutamine;
3. funktsioonide edendamine – lülides sees ja vahel, rakendatakse uusi ja/või hülgatakse vanu tegevusi;
4. ahela edendamine – ettevõtte liigub uude ahelasse (valdkonda), mis võib tihti olla seotud ka eelnevaga.

Empiirikas on täheldatud, et edenemine väärtusahelas omab kindlat järgnevust, mis järgib eeltoodud arenguid samas järjekorras 1-4 (Kaplinsky, Morris 2001). Esmalt saavutatakse suutlikkus protsesse tõhustada, seejärel tooteid täiustada, edasi juba tegevuste komplekte muuta, nende järel tekib suutlikkus juba ahelat vahetada.

Liikumine väärtusahelas seostub ka ekspordiga. Eesti kui avatud majandusega riigi puhul on rõhk ekspordi kasvatamisel, mis peaks riigi majanduskasvu kiirendama ja elatustaset tõstma. Siin tuleb silmas pidada asjaolu, et eksport iseenesest ei pruugi eksportivale riigile olulist lisandväärtust anda,

seetõttu võib riigi osakaal globaalses ekspordis ja lisandväärtuses olla küllalt erinev. Eksporditava riigi võimalusi lisandväärtusest suuremat osa saada mõjutavad järgmised tegurid (UNCTAD 2013):

- Majanduse suurus – suured majandused võimaldavad luua väärtusahelaid, mis ei vaja ekspordiks oluliselt väliseid sisendeid (USA, Jaapan);
- Ekspordi struktuur ja positsioon globaalses väärtusahelas – loodusvarade suurem osakaal ekspordis võimaldab suuremat osa lisandväärtusest, sest loodusvarad on globaalse väärtusahela alguses, mis ei vaja oluliselt väliseid sisendeid (vahetooteid). Samuti võimaldab teenuste eksport suuremat osa lisandväärtusest. Eksport tugevalt segmenteeritud väärtusahelates (elektroonika<sup>19</sup>, autotööstus) tähendab ka suuremat vajadust väliste sisendite järele;
- Majanduse struktuur ja ekspordi mudel – riigi väliskaubanduses re-ekspordi suurenemine tähendab väiksemat osa lisandväärtusest globaalses väärtusahelas<sup>20</sup>.

TA poliitikate kujundamisel peab märkima nende kulutuste konteksti tähtsust, sest kulutuste olulisus kasvab, kui vastav haru või sektor läheneb tõhususe piirile (Aghion 2006). Lähenedes tõhususe piirile, muutub oluliseks arengu allikaks innovatsioon, samas imitatsiooni tähtsus väheneb. Analoogne olukord on haridusega, kus põhi- ja keskharidus on tarvilikud pigem olemasolevate tehnoloogiate juurutamisel (imitatsioonil põhinev areng), kõrgharidus tõstab aga riigi võimet arendada uusi tehnoloogiaid, st arengu aluseks muutub innovatsioon (samas). Investeering kõrgharidusse tõstab tootlikkust, kui riik on lähedal tõhususe piirile, kusjuures seda seost võimendab kõrgharitud tööjõu migratsioon madalama tõhususega regioonidest<sup>21</sup> (Aghion *et al* 2005). Selline migratsioon panustab täiendavalt kõrgema tootlikkusega regioonide tootlikkuse kasvu, vähendades samas arenguvõimalusi madalama tootlikkusega regioonide jaoks (samas)<sup>22</sup>. OECD (OECD 2007) soovitab väärtusahelas positsiooni tõstmiseks kompleksseid poliitikaid, sh investeeringud inimkapitali, loovuse suurendamine ettevõtluses, ettevõtlikkuse tugevdamine, atraktiivsuse suurendamine välisinvesteeringutele (taristute seisukord, poliitiline ja regulatiivne keskkond), innovatsiooni soodustav intellektuaalomandi kaitse.

---

<sup>19</sup> Eesti näide: 2009.-2012. a. kasvas ekspordile orienteeritud elektroonika/elektrimasinate segment Eestis ~ 200%. Selles segmendis on suurim panus Ericsson Eestil, mis andis 2011. a. Eesti koguekspordist ~10% (Swedbank 2012).

<sup>20</sup> Eesti näide: 2001. a. oli re-ekspordi osatähtsus 5% Eesti koguekspordist, 2011. a. juba 22% (Kerner 2012).

<sup>21</sup> Selle põhjuseks palga erinevus madala ja kõrge tootlikkusega regioonide vahel.

<sup>22</sup> Aghion *et al* (2005) uuris kõrghariduse (nelja-aastane õpe) täiendava föderaalset rahastamist mõju tööviljakusele USA 48-s osariigis, sõltuvalt osariikide kaugusest tootmisvõimaluste piirist. Ühesugune rahastamine omas kõrgema tööviljakusega osariikides positiivset mõju, madalama tööviljakusega osariikides negatiivset mõju. Kaugust tõhususe piirist hinnati kõrgeima tööviljakusega osariigi suhtes. Kaugeteks loeti osariigid tõhususega <0.5.

### 3.3. Mudel

Innovatsiooni sisend- ja väljundseoste analüüsiks kasutame tootmisfunktsioonil põhinevat stohhastilist tõhususe piiri SFA meetodit (vt ka lisa 1). Nimetatud meetodiga uurime, mil määral mõjutab innovatsiooni sisend (TA kulutused) tööstusharu tootlikkust, samuti selle panust võrrelduna teiste sisenditega (kapital, tööjõud). Nagu sissejuhatavas osas märgitud, rakendatakse SFA meetodit, et määratleda uuritavale valimile ühist tootmisvõimaluste piiri. Kui selline piir eksisteerib, siis moodustab see valimi jaoks „parima praktika“ etaloni, mille suhtes hinnatakse kõigi valimisse kuuluvate harude tootlikkust. Et tootlikkust hinnatakse ühise etaloni suhtes, nimetatakse seda tõhususeks, mida mõõdetakse protsentides. Selline lähenemine võimaldab hinnata, mil määral mõjutavad tootmissisendid ja erinevad keskkonnategurid konkreetse haru tõhusust, andes seeläbi sisendit strateegiate ja poliitikameetmete kujundamiseks.

SFA meetodi rakendamiseks tuleb valida tootmisfunktsioon, millega modelleeritakse parimat praktikat. SFA meetodi praktikas on tootmisfunktsioonina kasutusel peamiselt kaks funktsiooni: Cobb-Douglas (CD) ja translogaritmiline. Need funktsioonid on omavahel hierarhilises seoses, kus CD on translogaritmilise funktsiooni piirangutega versioon. Tõhususe hindamise seisukohast ei ole neil funktsioonidel olulist erinevust, ka nende alusel saadud tõhususe skooride järjestus on tugevalt korreleeritud (Zhang 2012: 129). Kui uuringu eesmärgiga seonduvad omadused on funktsioonidel sarnased, tuleb eelistada lihtsamat funktsiooni ehk antud juhul CD-d, lisaks on CD funktsiooni sisendite kordajad, erinevalt translogaritmilisest, lihtsalt ja üheselt tõlgendatavad. Seetõttu on edasise analüüsi jaoks valitud tootmisfunktsiooniks CD, millel põhineva ökonomeetrilise mudeli üldine logaritmiline kuju on järgmine:

$$\ln Y_{it} = b_0 + b_1 \ln(K)_{it} + b_2 \ln(L)_{it} + b_3 \ln(TA)_{it} + \delta_i \ln(z)_{it} + t + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

kus

- $Y$  – väljund (toodang);
- $K$  – füüsiline kapital (mat. põhivara);
- $L$  – tööjõud;
- $TA$  – teadus-ja arendustegevuse kapital;
- $t$  – ajategur, iseloomustab tootmisfunktsiooniga kirjeldatavate harude tehnoloogilist progressi. Näitab tõhususe piiri ehk parima praktika ajalist muutust;
- $z_{it}$  – välised tegurid (kirjanduses kasutatakse ka mõistet „keskkonnategurid“);
- $v_{it}$  – sümmeetriline juhuslik müra;
- $u_{it}$  – mittenegatiivne, ajast sõltuv ebaefektiivsust näitav vealiige.

Tegurite alaindeksid  $t$  näitavad  $i$ -ndat haru ajaperioodil  $t$ , sest analüüsil kasutatakse paneelandmeid, kus iga paneeli (paneeliks on antud juhul haru)  $t = 1 \dots N$  jaoks on saadaval  $t = 1 \dots T_i$  vaatlust. Ajaperioodide maksimaalne arv  $T_i$  on esitatud haru näitava alaindeksiga, sest andmepaneel on tasakaalustamata, kus harude lõikes võib ajaperioodide arv olla erinev.

Lisaks valitud tootmisfunktsioonile on tarvis täpsustada eeltoodud üldise ökonomeetrilise mudeli (1) kuju, kus tähelepanu vajavad mitu aspekti: fikseeritud või juhusliku efekti kasutamine ja ajasõltumatu või ajasõltuv ebaefektiivsus  $u$ . Lisaks neile aspektidele tuleb veel hinnata heteroskedastiivsuse (hinnangute hajuvuse mittekonstantsus) olemasolu.

SFA meetod on mudelite valikutes sarnane paneelandmetega üldiselt – ka siin on valikus fikseeritud ja juhusliku efektiga mudelid. Mudelite erinevus seisneb eeldustes asümmeetrilise vealiikme  $u$  kohta. Fikseeritud efekti korral ei ole vajadust teha eeldusi vealiikme  $u$  jaotuse kohta, vealiige  $u$  võib olla korreleeritud mudeli selgitavate muutujatega, mistõttu muutub ta osaks grupispetsiifilisest vabaliikmest (fikseeritud parameeter) ja üldine mudel (1) esitatakse kujul (Kumbhakar, Lovell 2000:98):

$$\ln Y_{it} = (b_0 - u_i) + b_1 \ln(K)_{it} + b_2 \ln(L)_{it} + b_3 \ln(TA)_{it} + \delta_i z_{it} + t + v_{it} \quad (2)$$

Toodud mudel on ajasõltumatu ebaefektiivsusega, selle ajasõltuva kuju korral muutub vabaliige, mis sellisel juhul on  $b_{it} = (b_{0t} - u_{it})$  (samas:108).

Fikseeritud efektiga mudeli eeliseks on lihtsus ja hinnangute mõjus, samas on sellel ka mitmeid puudusi (*ibidem*:100): vealiikmes  $u_i$  kajastuvad ka kõik gruppidevahelised erisused, mis on gruppisiseselt ajas püsivad (nt sugu, rass, välised tegurid). Fikseeritud efektiga mudelis ei saa hinnata ajas püsivaid efekte (heterogeensust), kui need peaksid esinema, need kajastuvad ebaefektiivsuses. Selline lähenemine ei pruugi aga olla kooskõlas mudeliga kirjeldatava nähtusega ja tagajärjeks on ebaefektiivsuse ülehindamine (ebaefektiivsuses on efektid, mis sinna ei kuulu). Puuduseks, võrreldes juhusliku efektiga, on ka oluliselt suurem hinnatavate parameetrite arv, eriti ajasõltuva ebaefektiivsuse korral. Fikseeritud efekt sobib paremini juhaks, kui tahetakse hinnata grupisisesid efekte, mida ei saa põhjustada grupi jaoks ajas püsivad tegurid ehk heterogeensus (Kohler, Kreuter 2005:245).

Juhusliku efektiga mudelis ei käsitleta ebaefektiivsust  $u_i$  enam fikseeritud parameetrina, vaid juhusliku muutujana, mis ei ole korreleeritud mudeli selgitavate muutujatega (Greene 2007:200). Juhuslik efekt

on sobivam, kui eeldatakse, et gruppidevahelised erisused avaldavad mõju mudeli sõltuvale muutujale. Samas on eelmärgitud mittekorreleerituse nõue küllaltki range eeldus, mida on raske täita.

Valikut juhusliku ja fikseeritud efekti vahel saab testida. Laialt kasutatav Hausmani (1978) spetsifikatsiooni test põhineb juhusliku ja fikseeritud efektiga mudelite hinnangute erinevusel. Nullhüpoteesi korral (hinnangud ei erine) on mõlemad efektid mõjusate hinnangutega, aga juhuslik efekt on efektiivsem. Alternatiivhüpoteesi kehtimisel on juhuslik efekt mittemõjus ja ebaefektiivne. Kuid Hausmani test ei ole sobiv, kui mudelis esineb heteroskedastiivsus või autokorrelatsioon (Baltagi 2001:67). Juhusliku muutuja  $u_i$  mittekorreleeritust selgitavate muutujatega on sel juhul sobivam testida abiregressiooniga (Wooldridge 2010:332):

$$y_{it} = w_{it}\beta + \bar{x}_{it}\gamma + \delta_i + u_{it} \quad (3)$$

kus  $y_{it}$  on mudeli sõltuv muutuja,  $w_{it}$  on kõik mudeli selgitavad muutujad, nii ajas püsivad kui muutuvad, samuti vabaliige;  $\bar{x}_{it}$  on kõigi ajas muutuvate selgitavate muutujate ajakeskmised;  $\delta_i$  on kõigi gruppide jaoks samad ajaspetsiifilised efektid, juhul kui need on mudelisse lülitatud. Nullhüpotees (Waldi) testi jaoks juhusliku efekti sobivuse kohta  $H_0: \gamma = 0$ . Kui teststatistiku olulisuse tõenäosus  $< 0.05$ , siis saab nullhüpoteesi ümber lükata ja sobivaks mudeliks on fikseeritud efekt. Abiregressioonis saab kasutada robustseid standardvigu, grupispetsiifilise heteroskedastiivsuse ja autokorrelatsiooni arvestamiseks.

Kui ökonomeetrilise mudeli hinnangute hajuvus ei ole konstantne, on tegemist heteroskedastiivsusega (Greene 2007:158). Mõjutab see otseselt hinnangute standardvigu, mis võivad olulisel määral muutuda (samal:162). SFA meetodi korral avaldab heteroskedastiivsus isegi rohkem mõju kui lineaarse regressiooni korral, sest mudelis on kaks mõjutatavat vealiiget (Kumbhakar, Lovell 2000: 115,116). Heteroskedastiivsuse korral saab hinnangute standardvead arvutada vastavalt kohandatud kovariatsioonimaatriksi abil (White 1980). Kovariatsioonimaatriksi arvutuseeskiri sõltub sellest, kas mudel on hinnatud vähimruutude või suurima tõepära meetodil. White'i esitatud hinnangut nimetatakse robustseks, heteroskedastiivsuse-kindlaks, see sobib ka juhaks, kui heteroskedastiivsuse täpsem struktuur ei ole teada, mis on tegelikult tüüpulukord (Greene 2007:163). Heteroskedastiivsuse olemasolu mudelis saab testida. Üks võimalus on võrrelda hinnangute standardvigu standardse ja robustse kovariatsioonimaatriksi korral, nende erinevus viitab heteroskedastiivsuse olemasolule. Üheks statistikataarkvarades kasutatavaks testiks on Breuschi ja Pagani (1979) test, kus testitakse hüpoteesi dispersioonist abiregressiooniga  $\sigma_i^2 = \sigma^2 f(\alpha_0 + \alpha' z_i)$ . Siin  $z_i$  on mudeli sõltumatute muutujate vektor ja  $\alpha$  nende muutujate parameetrite vektor, millest heteroskedastiivsuse puudumise testitav tingimus



$\alpha = 0$ . Breuschi ja Pagani testi on aja jooksul täiendatud ja sellest on loodud versioon ka juhuks, kui mudeli vealiikmed ei ole normaaljaotusega (Baum 2006:146).

### 3.4. Andmed

Tootmisfunktsiooni (1) sisendite ja väljundi muutujad on kasutusel teisendatuna. Arvutuste aluseks olevad andmed on võetud OECD STAN ja ANBERD andmebaasist, hõlmates ajavahemikku 1987-2009 ja sisaldades andmeid 25 riigi kohta. Alljärgnevas tabelis (vt Tabel 3.2) on toodud baasmuutujad, millest tuletatakse ökonomeetrilise mudeli sisendid ja väljund.

**Tabel 3.2** Baasmuutujad tootmisfunktsiooni jaoks

Nimetus	Selgitus
EMPE	töötajate arv, millest on maha arvatud fie-d ja kodumajapidamises rakendatud
GFCF	brutoinvesteeringud materiaalsesse põhivarasse (rahvusliku valuuta jooksevhindades)
VALU	lisandväärtus (rahvusliku valuuta püsihindades)
rdnat*	TA kulutused (rahvusliku valuuta jooksevhindades)

Allikas: OECD STAN; \*OECD ANBERD.

Mudelis testitakse lisaks mitmeid keskkonnategureid, uurimaks nende mõju tootlikkusele. Alljärgnevas tabelis (vt Tabel 3.3) on toodud tegurite lühikirjeldused.

**Tabel 3.3** Testitavad välised tegurid.

Teguri nimetus algallikas	Tähistus mudelis	Selgitus
Internet users (per 100 people)	intusers100	internetile ligipääsu omavate inimeste arv, 100 elaniku kohta
ICT goods exports (% of total goods exports)	ictgoodsexp	IKT kaupade (va tarkvara) osakaal kogueksportist
Mobile cellular subscriptions (per 100 people)	mobilecell100	lepinguliste mob-telefoniühenduste arv, 100 elaniku kohta (k.a kõnekaardid)
ICT goods imports (% total goods imports)	ictgoodsimp	IKT kaupade (va tarkvara) osakaal koguimportist
Labor force with primary education (% of total)	primedpart	Esimese taseme haridusega töötajate osakaal tööjõus
Labor force with secondary education (% of total)	secedpart	Teise taseme haridusega töötajate osakaal tööjõus
Labor force with tertiary education (% of total)	hedpart	Kolmanda taseme haridusega töötajate osakaal tööjõus

Allikas: The World Bank. World Development Indicators.

Märkus: Maailmapank näeb siin nende IKT kaupadena telekommunikatsiooniseadmeid, audio- ja videoseadmeid, arvuteid ja nendega seonduvaid seadmeid, elektroonikakomponente jmt (va tarkvara).

Tabel 3.3 toodud muutujaid tuleb teisendada, et viia need ökonomeetrilise mudeli jaoks sobivale kujule. Investeeringud materiaalsesse kapitali ja TA kulutused tuleb kapitaliseerida, saamaks füüsilise

ja TA kapitali muutujaid. Mõlema jaoks kasutatakse sarnast meetodikat, selgituseks on toodud TA kapital. Meetodika ise on analoogne Kumbhakar *et al* (2009) tooduga. TA kapital ajaperioodil  $t$  avaldub eelneva ajaperioodi  $t - 1$  kapitali (millest on lahutatud  $t - 1$  perioodi amortisatsioon) ja antud perioodi  $t$  TA kulutuste summana:

$$TA\ kapital_t = TA\ kapital_{t-1}(1 - \delta) + TA_t \quad (4)$$

kus  $\delta$  tähistab amortisatsioonimäära ja  $TA_t$  tähistab TA kulutusi perioodil  $t$ . Lisaks tuleb määratleda kapitali väärtus ajaperioodil  $t_0$ , mis saadakse seosest:

$$TA\ kapital_{t_0} = \frac{TA_{t_0}}{(g + \delta)} \quad (5)$$

kus  $g$  on TA kulutuste kasvumäär ja  $\delta$  amortisatsioonimäär, mis koos moodustavad TA kapitali diskonteerimismäära. Viimane seos tähendab perpetuiteedi väärtust hetkel  $t_0$ . Esialgne ajahetk  $t_0$  tähistab andmepaneeli esimest aastat. Kasvumäärad arvutatakse andmete alusel, amortisatsioonimäärad on valitud sõltuvalt tööstusharu tehnoloogilisest tasemest<sup>23</sup>. Tehnoloogilise taseme osas eristatakse käesolevas kolme taset: kõrg-, kesk- ja madaltehnoloogiline, kus kesktehnoloogiline on kõik need, mis pole kõrg- ega madaltehnoloogilised. OECD kasutatav statistika võimaldaks eristada nelja taset, tulenevalt TA kulutuste intensiivsusest<sup>24</sup> (OECD 2011), kus kesktehnoloogiline jaotub omakorda kesk-kõrgeks ja kesk-madalaks, aga siinkasutatavad andmed ei soosi sellist detailsust. Käesolevas kasutatakse järgmisi amortisatsiooni määrasid TA kapitali jaoks (sama mis Kumbhakar *et al* 2009):

1. kõrgtehnoloogiline 20%;
2. kesktehnoloogiline 15%;
3. madaltehnoloogiline 12%.

Materiaalse kapitali jaoks on kasutusel järgmised amortisatsioonimäärad (samas):

1. kõrgtehnoloogiline 8%;
2. kesktehnoloogiline 6%;
3. madaltehnoloogiline 4%.

Märgitud tehnoloogilised tasemed on algselt mõeldud tööstuse jaoks, antud juhul on kesktehnoloogilise taseme hulka liigitatud ka ülejäänud sektorid (siin teenused ja muud). Teenuste sektoris oleks võimalik vastavalt OECD klassifikatsioonile täpsem jaotus kaheks erinevaks tasemeks, teadmistemahukad teenused ja vähem-teadmistemahukad, tulenevalt kõrgharidusega töötajate osakaalust. Kuid jällegi, kasutatavad andmed ei võimalda nii detailset jaotust. Peab arvestama asjaoluga, et puuduvate

<sup>23</sup> ISIC Rev. 3 alusel: kõrgtehnoloogilised on 2423, 30, 32, 33, 353; madaltehnoloogilised on 15-19, 20-22, 36-37 (OECD 2011). Toodud harud on praktiliselt samade koodide all ka tegevuste klassifikaatoris NACE Rev.1.1, millel põhineb ka Eesti EMTAK 2003. Üks erinevus on farmaatsiatoodete koodis, mis ISIC Rev.3 alusel on 2423 ja NACE Rev.1.1 alusel 2441 ja 2442 (autori märkus).

<sup>24</sup> TA intensiivsus arvutatakse otseste TA kulutuste osakaaluna brutotoodangus, korrigeerituna ostujõu pariteediga.

andmetega vaatluste kohta ei ole võimalik saada tõhususte skoori, mis on vajalikud sektorite ja harude lõikes tõhususte hindamiseks.

Innovatsiooni tõhususe analüüsil kasutatakse sisendite ja väljundina teisendatud muutujaid, võrreldes eelmärgitud mudeliga (1). Väljundina kasutatakse lisandväärtust, mis on jagatud töötajate arvuga, saades selliselt tööviljakuse lisandväärtuse alusel. Ka füüsiline kapital ja TA kapital avaldatakse töötaja kohta. Sellisel kujul muutujatega saab testida väliste tegurite mõju otseselt tööviljakusele. Alljärgnevas tabelis (vt Tabel 3.4) on toodud mudelis kasutatavad sisendid ja väljund, avaldatuna baasmuutujate kaudu.

**Tabel 3.4** Mudelis kasutatavad tootmistegurid ja nende kirjeldavad statistikud

Asukoht mudelis	Muutuja nimetus	Arvutuseeskiri	Keskväärts	St.hälve	Min	Max	Selgitus
väljund	Y	$Y = \text{VALU} / \text{EMPE}$	76906.74	111773.8	1740.8	2826712	Lisandväärtus töötaja kohta
sisend	K	$K = \text{kapital} / \text{EMPE}$	183340.5	364454.1	236.0	8680612	Füüsiline kapital töötaja kohta
sisend	TA	$TA = \text{TA kapital} / \text{EMPE}$	15094.75	41993.63	.056	1037032	TA kapital töötaja kohta

Allikas: autorite arvutused. Kõik rahvuslikes valuutades avaldatud muutujad on inflatsiooniga korrigeeritud (vajadusel) konverteeritud eurodesse.

Seesugusel mudelil on ka piirangud, mida tuleb arvestada tõlgendamisel ja järelduste tegemisel. Esiteks on igas harus samaaegselt nii kõrg-, kesk- kui ka madaltehnoloogilisi ettevõtteid (kui kasutada OECD taksonoomia terminoloogiat). Seetõttu tuleb tulemusi ka keskmistena tõlgendada. Teisest küljest selline statistika klassifikatsioonidele tuginev lähenemine ei peegelda väga hästi väärtusahelaid joonise 3.1. tähenduses, kuna klassifitseerib väärtusahela erinevad osad pigem tooraine – töötlemine – teenused skaalal kui tegeliku väärtusahela mõttes (nt põllumajandus – toiduainetööstus – terviseteenused vmt).

### **3.5. Mudeli valik ja hinnangud**

Mudelite valik fikseeritud ja juhusliku efekti vahel on tehtud eelmärgitud abiregressiooni ja Waldi testiga, samuti on testitud heteroskedastiivsuse esinemist. Nimetatud testid koos mudelite tulemustega on toodud järgnevas tabelis (vt Tabel 3.5 ).

Modelleerimisel tuleb arvestada valimi heterogeensusega, sest see sisaldab väga erinevaid harusid. Probleemiks on ühise tootmisfunktsiooni olemasolu. Kui harud ei jaga ühist tootmisvõimaluste piiri, siis ei saa ka korrektselt tõhusust hinnata. Et ühtlustada harude valimeid, on need jaotatud esmalt tööstuseks (harud 15-37) ja kõige ülejäänuks, need ülejäänud omakorda teenusteks (harud 50-99) ja muudeks harudeks, mis sisaldavad kõiki eelnevatest ülejäänud harusid. Tööstus jaotub tehnoloogilise taseme järgi kõrg-, kesk- ja madaltehnoloogiliseks. Kõik muud harud on tehnoloogilise taseme järgi paigutatud kesktehnoloogiliste hulka (sellest sõltub kapitali amortisatsiooni määr).

Erinevate valimite osas on kasutusel nii fikseeritud kui juhusliku efektiga mudelid, tulenevalt juhusliku efekti testi tulemustest (vt Tabel 3.5). Heterogeensuse mittekajastumine fikseeritud efektiga mudelis antud juhul suureks puuduseks ei ole, sest ajas täiesti püsivaid tegureid valim ei sisalda. Konkreetse mudeli valikul on abiks ka Zhang<sup>25</sup> (2012:152) järeldus, et paremini töötavad varasemad mudelid, samas uuemad, nagu Greene'i „tõelise“ fikseeritud ja juhusliku efektiga mudelid (2005) ei pruugi tulemust anda või ei ole tulemused majanduslikult realistlikud. Autorite kogemuse põhjal on uuemate mudelite eripäraks soov arvestada mittevaadeldava heterogeensusega, proovides seda mudelis kajastada selliselt, et see ei avalduks ebaefektiivsuses. Samas on selge vastuseta küsimus, mida ikkagi lugeda heterogeensuseks ja mis hetkest muutub see ebaefektiivsuseks. Tulemuseks on mudelid, mille alusel kõik valimis asuvad ettevõtted on ühtmoodi tõhusad, sest kõik hälbed tõhususe piirist on seletatavad eripäradega. Selline lähenemine ei arvesta majandusliku reaalsusega, kus eripära iseenesest ei ole väärtus, kui selle abil väärtust lisada ei suudeta. Ja sellisel juhul on keeruline tulemusi poliitikasoovitusteks teisendada, sest eripära on midagi sellist, mille muutmist ei peaks soovitama.

Fikseeritud efektiga mudelitest testiti kahte, ajast sõltumatu ja ajasõltuva ebaefektiivsusega. Ajasõltumatu ebaefektiivsusega mudel on analoogne eeltooduga (2). Ajasõltuva ebaefektiivsuse korral avaldub ebaefektiivsust selgitav vabaliige kujul  $u_{it} = \omega_i + \omega_{i1}t + \omega_{i2}t^2$ , kus aeg  $t$  on lineaarse ja ruutliikmena, võimaldades ebaefektiivsuse jaoks grupispetsiifilist ajalist mustrit (Cornwell *et al* 1990). Mudeli puuduseks on ajasõltuvusest tulenev suur hulk lisanduvaid parameetreid ( $3 \times N$ ), ning mudelis ei saa ilmutatud kujul hinnata tehnoloogilise progressi ajatrendi, sest ajamuutuja sisaldub juba ebaefektiivsuses. Fikseeritud efekti korral langes valik ajasõltumatu ebaefektiivsusega mudelile, mis andis statistiliselt paremaid tulemusi.

Juhusliku efektiga mudelite korral on kasutatud kahte Battese ja Coelli mudelit (1988; 1992) millest esimene on ajasõltumatu ja teine ajasõltuva ebaefektiivsusega. Ajasõltuva ebaefektiivsuse korral on see

<sup>25</sup> Zhang testis erinevaid SFA mudeleid mikro- ja makroandmetega, hinnates nende sobivust erinevat tüüpi andmetega.

modelis kajastatud kujul  $u_{it} = \exp\{-\eta(t - T_i)\}u_i$ , kus  $\eta$  on hinnatav, ebaefektiivsuse ajasõltuvust kirjeldav tegur,  $T_i$  on i-nda paneeli viimane periood ja  $t$  on jooksev periood. Kui  $\eta > 0$ , siis ebaefektiivsus  $u_{it}$  väheneb ajas, st tõhusus kasvab.  $\eta$  näitab tõhususe muutust protsentides, ühe ajaperioodi kohta.

**Tabel 3.5** Hinnangud ühise valimi ja erinevate sektorite lõikes.

	Ühine valim	Kõrg- tehn. tööstus	Kesk- tehn. tööstus	Madal- tehn. tööstus	Teenused (harud 50-99)	Primaarsektor (harud 01-05)	Muud harud
Mudel	Fikseeritud efekt	Juhuslik efekt	Juhuslik efekt	Juhuslik efekt	Juhuslik efekt	Juhuslik efekt, ajasõltuv ebaefektiivsus	Juhuslik efekt
Parameeter							
lnK	0.302***	0.209***	0.237**	0.272***	0.429***	0.715***	0.295**
lnTA	0.0301(p=0.07)	0.115*	0.098***	0.045*		0.0624*	
t	0.0337***	0.026***	0.05***	0.025***	0.026***		0.0868***
hedpart	0.0755*	0.165*	0.26**		0.193***		
intusers100			0.169***				0.157**
ictgoodsexp			0.0792*				
ictgoodsimp						0.298*	0.377***
eta						0.0442**	
sigma_u	0.552	0.44	0.45	0.52	0.462	0.286	0.672
sigma_v	0.214	0.286	0.17	0.176	0.161	0.132	0.145
konstant	-60.47***	-	-	-	-43.35***	2.164**	-165.5***
		43.94***	93.86***	41.18***			
juhusliku efekti test (p-väärtus)	F(3,521) = 13.02 (0.0000)	F(4,58) = 0.92 (0.4575)	F(7,169) = 1.67 (0.1194)	F(3,108) = 2.29 (0.0826)	F(2,96) = 1.26 (0.2893)	F(3, 19) = 1.35 (0.2890)	F(3, 58) = 1.39 (0.2558)
heteroskedastiivsuse test (p-väärtus)	chi2(9) = 139.55 (0.0000)	chi2(5) = 27.04 (0.0001)	chi2(7) = 46.93 (0.0000)	chi2(4) = 49.51 (0.0000)	chi2(3) = 124.37 (0.0000)	chi2(3) = 4.42 (0.2192)	chi2(4) = 29.70 (0.0000)
gruppide arv	521	60	170	109	97	20	59
vaatluste arv	6414	747	1424	1538	1087	160	473
valimi keskmine tõhusus	0.136	0.394	0.34	0.298	0.16	0.485	0.392

Märkused: \* – statistiliselt oluline 5% juures; \*\* – statistiliselt oluline 1% juures; \*\*\* – statistiliselt oluline 0.1% juures.  
Allikas: autorite arvutused.

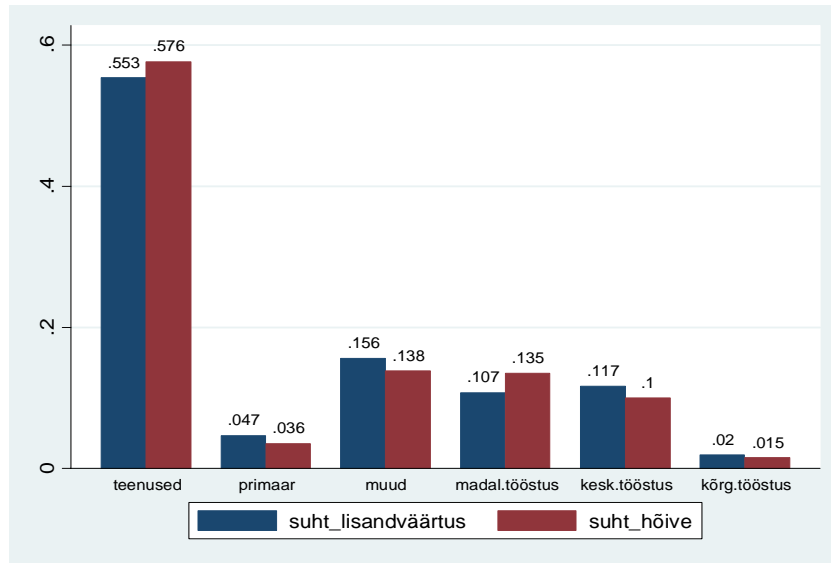
Tabel 3.5 toodud modelid on saadud mitmete variantide testimise tulemusena, sh on testitud väliste tegurite kombinatsioone. Saadud tulemuste tõlgendusel tuleb arvestada mitmete piirangutega. Innovatsiooni lähendina kasutatud TA kapital ei ole ainuke ja ammendav komponent innovatsioonis, kuid see on kättesaadav ja seepärast tihti kasutatav mõõdik. Tehnoloogilise taseme määratlus TA intensiivsuse alusel näitab pigem haru keskmist tehnoloogilist taset, mis tähendab ka harusisest hajuvust. Näiteks elektroonikatööstus on küll klassifikatsiooni alusel kõrgtehnoloogiline, aga Eestis asuvad suurte elektroonikaettevõtete tütarettevõtted on orienteeritud peamiselt vähese tehnoloogilise keerukuse ja madala lisandväärtusega tööjõumahukale tootmisteenusel. Probleemsed on ka TA

ülekandefektid, mille arvestamiseks ei ole sobivat meetodit. Nagu väärtusahelate alapunktis selgitati, on elektroonikatööstus erilisel positsioonil, sest selle areng mõjutab positiivselt kõigi teiste harude arengut, omades seega positiivset välismõju. Harud, mis panustavad vähem TA-sse või üldse mitte, saavad rakendada elektroonikatööstuse edusamme enda arenguks. Siit tuleneb võimalus, et elektroonikatööstuse korral TA panust alahinnatakse, teiste harude korral toimub ülehindamine. Et antud mudelis ei ole võimalik hinnata harude omavahelisi suhteid kogu nende keerukuses, on raske hinnata, mil määral mõjutavad ülekandefektid TA mõju hinnanguid. Positiivne välismõju on omane üldiselt kogu IKT-le, mille areng on ka suuresti seotud elektroonikatööstuse saavutustega. Lisaks võivad mudelis olla kajastamata mõned tegurid, mis mõjutavad nii tootlikkust kui TA-d, põhjustades sellega nihet TA mõju hinnangutes. Seetõttu tuleks käesoleva mudeli alusel sõnastatud poliitikasoovitusi täiendada ka teiste meetoditega, nagu kvalitatiivsed uuringud. Järgnevas alapunktis tuuakse välja tulemused sektorite lõikes, koos selgitavate joonistega.

### **3.6. Tulemuste arutelu**

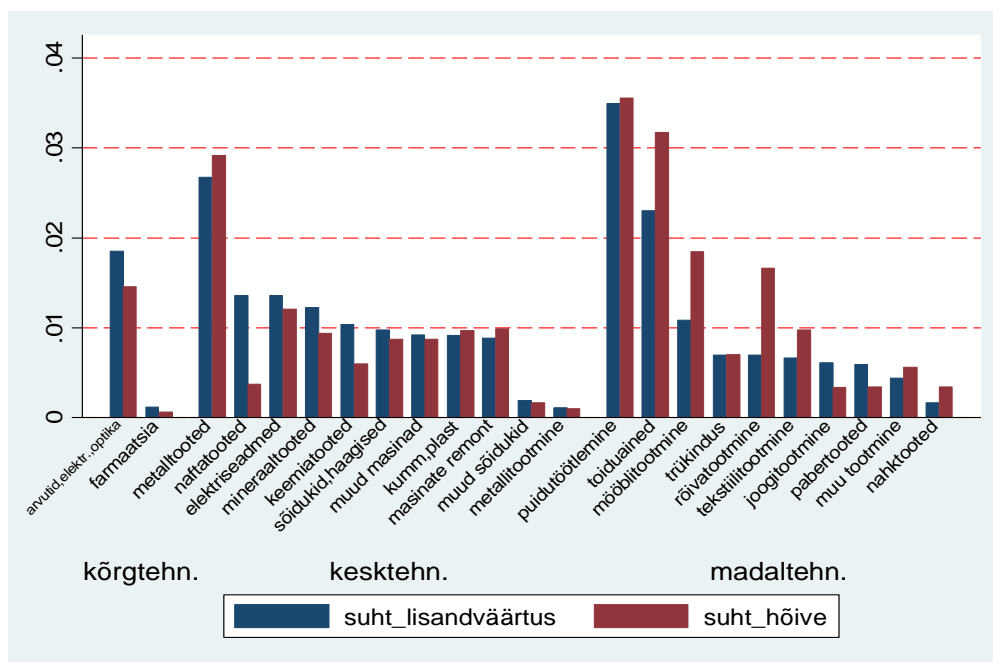
#### **3.6.1. Lisandväärtus Eesti majanduses sektorite ja harude lõikes**

Tulemuste tõlgendamisel on abiks ülesvõtte Eesti majanduse struktuurist, seda lisandväärtuse genereerimise aspektist. Struktuurile saab täienduseks lisada käesolevast uuringust saadud harude ja sektorite tõhusused (tehtud kokkuvõttes), mis ühendades annab informatiivsema pildi majanduse lisandväärtuse loomise võimest ja võimalustest, pakkudes täiendavat teavet poliitikasoovitusteks. Tulemuste tõlgenduse taustaks on toodud alljärgnevad joonised (vt Joonis 3.2 ja Joonis 3.3) lisandväärtuse ja hõive struktuurist Eesti majanduses.



**Joonis 3.2** Eesti majanduses loodav suhteline lisandväärtus ja hõive (2011a seisuga), sektorite lõikes (allikas: Statistikaamet, autorite arvutused).

Tervikuna sektorite lõikes ei ole erinevused suhtelise (osakaal majanduses) lisandväärtuse ja suhtelise hõive vahel väga suured, jäädes paari protsendipunkti piirsesse. Soodsam oleks siiski olukord, kus majanduses omavad suuremat kaalu sektorid, mis annavad töötaja kohta suuremat lisandväärtust, nagu primaarsektor, kesktehnoloogiline tööstus ja muud harud. Töötleva tööstuse osas kirjeldab olukorda Joonis 3.3, mis esitab detailsema vaate harude lõikes. Madaltehnoloogilist tööstust iseloomustavad suuremad erinevused lisandväärtuse ja hõive vahel, kus suurema hõivega kaasneb madalam lisandväärtus (vt Joonis 3.2). Iseloomulikumat on selles suhtes suurema hõivega harud nagu toiduained, mööbli-, rõiva- ja tekstiilitootmine (vt Joonis 3.3). Kogu töötleva tööstuse struktuur on selline, kus suurem hõive on madalama lisandväärtusega harudes.



**Joonis 3.3** Eesti töötleva tööstuse suhteline lisandväärtus ja suhteline hõive (2011 a seisuga), harude lõikes<sup>26</sup> (allikas: Statistikaamet, autorite arvutused).

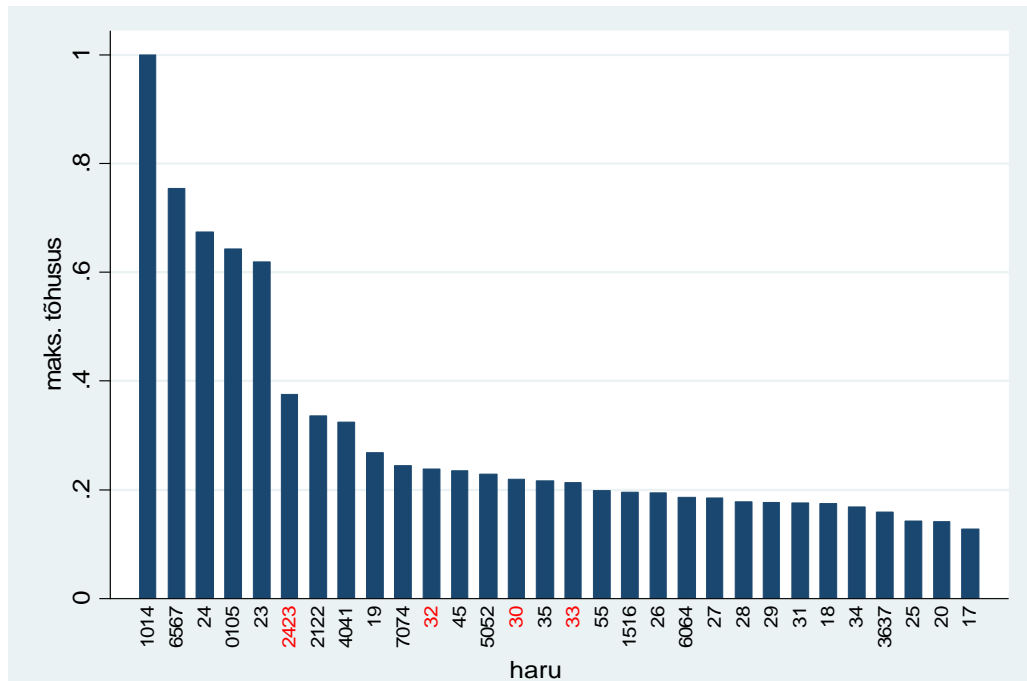
### 3.6.2. Ühine valim

Ühise valimi jaoks saadud mudelit võib pidada kompromissiks, mille eesmärk on pigem jämedalt hinnata erinevate sektorite suhtelist tõhusust. Sektorite lõikes on parameetrite hinnangud erinevad (vt Tabel 3.5), mis viitab asjaolule, et sektorid ei jaga ühist tõhususe piiri. Tähendab, paigutades tehnoloogilises mõistes väga erinevad sektorid (jaekaubandus *versus* kaevandamine *versus* farmaatsia) ühisesse tootmisfunktsiooni, kaob keskmistamisega osa sektorispetsiifilisest eripärasest. Näiteks võib tegurite sektoripõhine areng olla erineva muustriga, või sektorites nende mõju vastandmargiline, mistõttu jääb see ühises tootmisfunktsioonis eristamata. TA kapitali mõju ei ole ühises valimis piisavalt oluline, samas tööstuses on see oluline kõigi tehnoloogiliste tasemete juures. Tabeli 4 viimases reas on toodud keskmised tõhusused, sektorite lõikes. Ühise tootmisfunktsiooni abil saab ligikaudse ettekujutuse, kuidas need keskmised tõhusused omavahel suhestuvad. Nimelt ei ole erinevate valimite keskmised (ja harupõhised) tõhusused omavahel vahetult võrreldavad, sest kasutatakse erinevaid võrdlusbaase. Võrdlusbaas moodustatakse valimi vaatluste põhjal ning erinevad valimid sisaldavad erinevaid vaatlusi. Seega ei saa väita, et kõrgtehnoloogilise sektori kõrgem tõhusus, võrreldes nt kesktehnoloogilisega, tähendaks ka kesktehnoloogilisest kõrgemat tootlikkust. Vahetuks võrdluseks

<sup>26</sup> Antud joonis on EMTAK 2008 alusel, mis ei ole päris üheses vastavuses EMTAK 2003-ga, millel põhineb ülejäänud analüüs. Seetõttu on harud toodud nimetustena, mis üldjuhul on siiski piisavalt ülekantav.

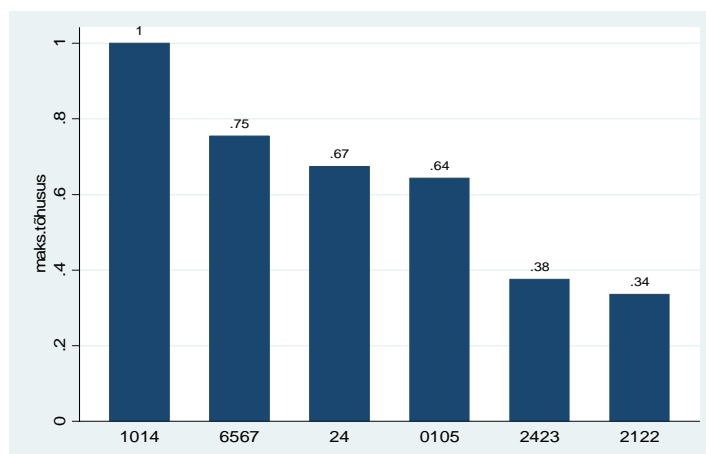


tuleks suhestada võrreldavate sektorite äärmiseid väärtusi, nt maksimaalseid tõhususi, ühises taustsüsteemis. Selliseks ühiseks taustsüsteemiks ongi ühine tootmisfunktsioon. Saadud suhteid (vt Joonis 3.5) võib tõlgendada sarnaselt valuuta vahetuskursiga, kus ilma kurssi teadmata ei saa valuutade suhtelist väärtust hinnata. Näiteks finantsvahenduse korral (harud 65-67) on selleks kursiks parima (harud 10-14) suhtes 0.75 (vt Joonis 3.5). Seega, kui teenuste sektoris haru 6567 tõhusus on 1 ehk kõrgeim, siis ühises valimis on tõhusus 0.75, st  $\frac{3}{4}$  sektorisisestest tõhususest. Ligikaudseks hinnanguks konkreetse haru tõhususe asukohast üldisel skaalal tuleb korrutada haru suhteline tõhusus (sektori sisene) ja sektori nõ vahetuskurss (Joonis 3.5). Ligikaudne on see hinnang seetõttu, et ühine tootmisfunktsioon, nagu juba eelpool kirjeldatud, on ligikaudne kompromisslahendus. Mingi nihe tekib ka sellest, et ühise valimi korral osutus sobivaks fikseeritud efektiga mudel, samas kõikide sektorite korral on kasutatud juhusliku efektiga mudeleid. Eelnevalt on märgitud nende efektide juures, et fikseeritud efektiga mudel kipub ebaefektiivsust üle hindama. Andmaks üldist ettekujutust harude tõhususte suhetest, on ühise valimiga harude parimad (kõrgeima tõhususega haru kõigi antud harude hulgast, nt haru 10-14 on võrreldud üle kõikide riikide) reastatud tõhususte järgi (vt Joonis 3.4). Eraldiseisvate sektorite tõhususte mittevõrreldavust iseloomustab ühise valimi ja sektorite keskmiste tõhususte erinevus, kus ühise valimi keskmine on madalam kui seda moodustavatel osavalimitel. Selline tulemus ei oleks lihtsalt keskmistamise korral võimalik. Kasutatud mudelite muutujad on kõik logaritmitud (va ajatrend), logaritmitud muutujate parameetreid tõlgendatakse elastsustena. Elastsus näitab, mitu protsenti muutub funktsiooni väärtus, kui teguri väärtus kasvab ühe protsendi võrra. Kahest tootmistegurist, füüsilisest ja TA kapitalist (töötaja kohta), on statistiliselt oluline ainult füüsiline kapital, elastsusega  $\sim 0.3$ . Tähendab, suurendades füüsilist kapitali ühe protsendi võrra, suureneb tööviljakus 0.3% võrra.

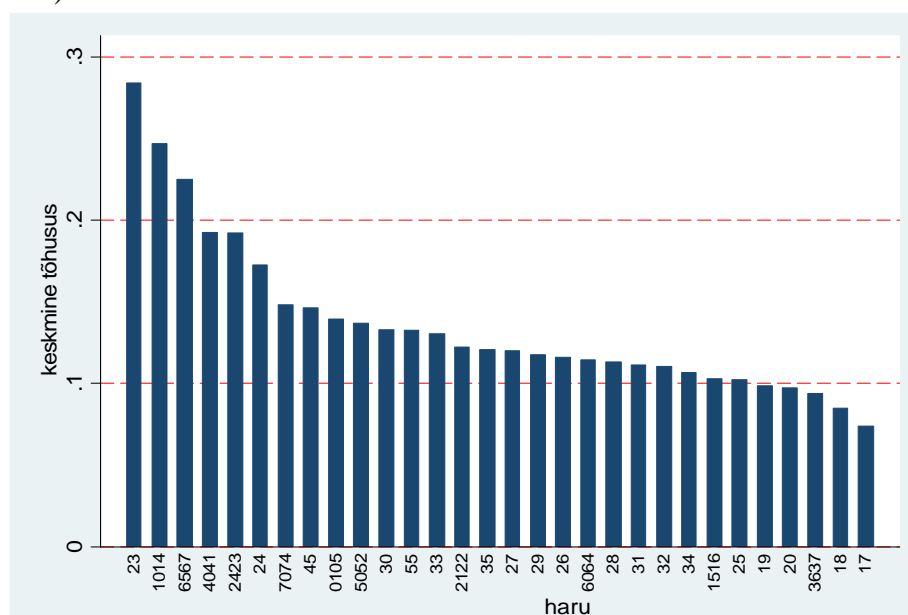


**Joonis 3.4** Ühine valim, riikide lõikes tõhusaimad harud (kõrgtehnoloogilised punasega) (allikas: autorite arvutused).

TA kapitali võib lugeda tinglikult oluliseks, kui lepime olulisuse nivooga 0.07. Iseenesest ei ole see märkimisväärne kõrvalekalle tüüpilisest olulisuse nivoost 0.05. Sellisel juhul, suurendades TA kapitali ühe protsendi võrra, suureneb tööviljakus 0.03%, ehk mõju on kümme korda väiksem füüsilise kapitali mõjust. Keskkonnateguritest on oluline üks: kõrgharidusega töötajate osakaal tööjõuturul, elastsusega ~0.08. Tehnoloogilist arengut iseloomustav ajatrend on 0.0337 ehk tööviljakuse aastane juurdekasv ~3.4%. Muud tegurid ühise valimi korral ei osutunud statistiliselt oluliseks. Joonisel 3.4 on märgistatud kõrgtehnoloogilised harud, mis ei kuulu ühisel skaalal kõrgeima tõhususega harude hulka. Järelikult on lisaks tehnoloogiale ka teisi tegureid, mis määravad tõhusust. Sektorite lõikes parimate harude suhestamisel (Joonis 3.5) on kõrgtehnoloogiline haru (2423) ligikaudu samal tasemel madaltehnoloogilisega (2122), jäädes parimale (1014) alla üle kahe korra.



**Joonis 3.5** Kuue sektori tõhusaimad harud võrdluses, koos tõhususte võrdeteguritega parima suhtes (autorite arvutused).



**Joonis 3.6** Harude tõhusused, keskmistatud üle riikide (autorite arvutused).

Võrreldes harude keskmisi tõhususi, võib märkida parimate harude suuremat hajuvust tõhususe osas. Haru 1014 on parima tõhususe etaloniks, samas selle keskmine tõhusus on umbes 4 korda madalam. Samas madalaima tõhususega haru 17 on suhteliselt lähedaste maksimaalse ja keskmise tõhususega. See on märk heteroskedastiivsusest, kus kõrgem tõhusus tähendab ka suuremat hajuvust. Seda nähtust võiks selgitada kõrgema tõhususega harude suuremate võimalustega, jaotada osa väärtusloomest odavamate riikide allhankijatele, st globaliseerumise määra. Tulemuseks ongi sama haru väga erinevad tõhusused riikide lõikes. Tõhususe piiri ja seeläbi ka tootmistegurite panuste täpsustamiseks tuleb ühine valim jaotada gruppideks, kus grupeerimise aluseks on võetud tehnoloogiline tase. Lisaks, teades harude tõhususi (riikide lõikes), saab haru siseselt riike järjestada. Tegutsedes samas harus, tähendab see üldjuhul ka samas väärtusahelas tegutsemist. Tõhususe skoor annab sellisel juhul teavet asukohast

väärtusahelas. Eelduseks on, et ahelas kõrgemal (mõjukamal) positsioonil asuja (kaubamärgid, patendid, oskusteave, tooraine, ainuõigused jms) omab ka kõrgemat tõhusust<sup>27</sup>. Eesti jaoks on see huvipakkuv, sest võimaldab kvantitatiivselt hinnata asukohta väärtusahelas, samuti võrrelda ennast globaalses konkurentsisis.

### 3.6.3. Kõrgtehnoloogiline tööstus

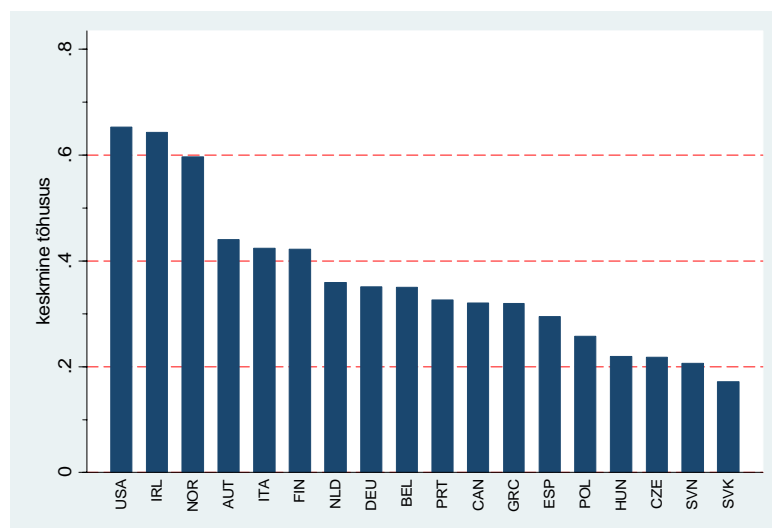
Kõrgtehnoloogiliste harude tõhususe analüüsist on Eesti antud juhul kõrvale jäetud<sup>28</sup>. Kõrgtehnoloogilise sektori tootmistegurites on olulised nii füüsiline kui TA kapital, vastavalt elastsustega ~0.21 ja ~0.12. Tehnoloogia arengust tulenevalt on tööviljakuse tõus aastas 2.6%. Keskkonnateguritest on oluline kõrgharidusega töötajate osakaal, elastsusega 0.165. Suurendades kõrgharidusega töötajate osakaalu protsendi võrra, suureneb tööviljakus 0.165%. Näitaja on suurema mõjuga kui TA kapital, lähenedes füüsilise kapitali vastavale näitajale. Sektori keskmine tõhusus on kõrge, ~40%. Eelnevalt juba selgitasime, et sektor ise on tõhususe võrdluses teiste sektoritega alla keskmise. Sektori siseselt kõrge tõhusus võib iseloomustada mitmeid asjaolusid nagu tugev konkurents, tehnoloogia ühtlane jaotus tootjate vahel, globaliseerumine. Tugevam konkurents ei võimalda madala tõhususega tegutseda, tõhusus kas tõuseb või tuleb turult lahkuda. Sektori harud nagu farmaatsiatööstus ja elektroonikatootmine on tugevalt globaliseerunud<sup>29</sup>. Kõrgtehnoloogilised investeeringud on suurusjärgus, mis nende tasuvuseks eeldabki tegutsemist globaalsel turul. Kõrgtehnoloogiliste harude tõhusus, keskmistatuna üle riikide, on toodud alljärgneval joonisel (vt Joonis 3.7). Järjestuse madalamas osas asuvad endise idabloki riigid, kõrgemas osas USA koos majanduslikult tihedalt seotud Iirimaga.

---

<sup>27</sup> Mõnevõrrav erinev on olukord elektroonikatööstuse globaalsetes väärtusahelates (vt lk 4).

<sup>28</sup> Eestis on küll kõrgtehnoloogilist tootmist (allhankena), kuid siin on selektsiooni aluseks TA kulutused, mille kohta pole vajalikke andmeid, vähemasti uuringus kajastatud ajavahemiku kohta.

<sup>29</sup> Farmaatsiatoodete globaalne turg on tugevalt kontsentreeritud ja jaotunud põhiosas 15-ne multinatsionaali vahel, kellest enamusel on ka peakorter USAs (Davidson, Greblov 2005).



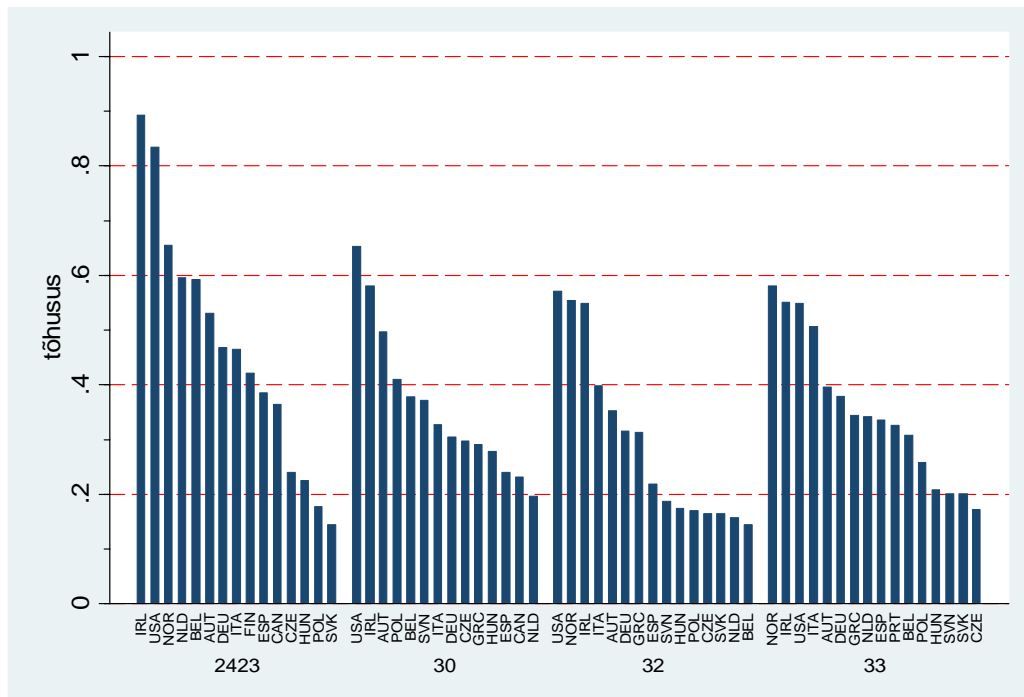
**Joonis 3.7** Kõrgtehnoloogiliste tööstusharude keskmine tõhusus riikide lõikes (autorite arvutused).

Madalama grupi ja kõrgema grupi tõhususte vahe on ligikaudu kolmekordne. Madalamasse gruppi kuuluvate riikide kohta võib ilma detailsema analüüsita järeldada, et nendes asuvad sektori ettevõtted töötavad allhankijatena. Soome on riikide järjestuses päris kõrgel positsioonil, edestades ka Hollandit ja Saksamaad. Sektori täpsemaks ülevaateks saab selle esitada harude lõikes, näidates iga riigi vastava haru positsiooni (vt Joonis 3.8). See annab teavet vastava riigi haru asukohast globaalses väärtusahelas. Jooniselt selgub, et toodud nelja haru osas on USA kõikides kas liider või juhtkolmikus. See annab ka kokkuvõttes riikide lõikes USA-le juhtpositsiooni. Riigi positsioonist saab järeldada, et vastavates väärtusahelates omavad USA ettevõtted juhtpositsioone. Näitena kõrgtehnoloogilisest elektroonikatööstusest Intel<sup>30</sup> ja Apple<sup>31</sup>, farmaatsias Pfizer<sup>32</sup>. Joonis 3.8 selgub, et sektori siseselt on kõrgeima tõhususega farmaatsiatööstus, teiste harude tipud on suhteliselt võrdselt, umbes 25 protsendipunkti madalamal. Kui harude tipus on USA koos Irimaaga, siis madalamas otsas ida-Euroopa riigid. Vahe madalaima ja kõrgeima tõhususe vahel ligikaudu 40-60 protsendipunkti, mida võib tinglikult käsitleda nõ positsiooni hinnana (juht *versus* allhankija). Väärtusahela juhtettevõtte (riik) teenib oluliselt suurema osa ahelas loodavast lisandväärtusest, võrreldes allhankijaga. Peab märkima, et isegi spetsiifilisem, tehnoloogiapõhine sektori käsitus, ei pruugi sektori heterogeensusest tulenevalt olla piisav. Kõrgtehnoloogiline sektor erineb teistest TA kapitali suurima osakaalu poolest, aga ka see näitaja on keskmistatud ega kajasta sektori struktuuri adekvaatselt.

<sup>30</sup> Maailmas teine pooljuhtide tootja 2013. a Forbes 2000 andmetel.

<sup>31</sup> Suurim arvuti riistvara tootja 2013.a Forbes 2000 andmetel.

<sup>32</sup> Suurim farmaatsiaettevõtte 2013. a Forbes 2000 andmetel, kõigi ettevõtete hulgas 37. positsioonil.



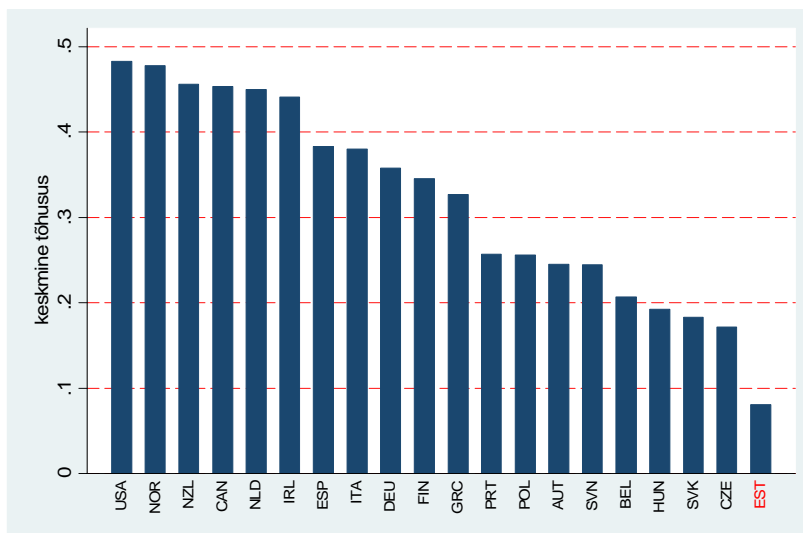
**Joonis 3.8.** Kõrgtehnoloogiline sektor harudena, riikide lõikes (autorite arvutused).

Näitena, farmaatsiatööstus jaotub kaheks põhimõtteliselt erineva arenguloogikaga haruks, originaal- ja geneeriliste ravimite tootjateks (Davidson, Greblov 2005). Originaalitootjad panustavad olulisel määral TA-le, kulutades keskmiselt ~15% müügitulust tootearendusele. Samas, geneeriliste ravimite tootjad ei pane TA-le praktiliselt üldse rõhku. Konkurents nende kahe vahel on samas väga tugev ja seda mõjutab suurel määral intellektuaalomandi kaitse (või selle puudumine). Patendi aegumisel (tihti juba enne) kaotavad originaalitootjad turu geneeriliste ravimite tootjatele. Näiteks tuntud allergiaravim Claritini (tootja Schering-Plough) müügitulu oli 2001. a \$3.2 mld, 2002. a selle patent aegus ja 2003. a oli müügitulu ainult \$0.37 mld (Davidson, Greblov 2005).

#### 3.6.4. Kesktehnoloogiline tööstus

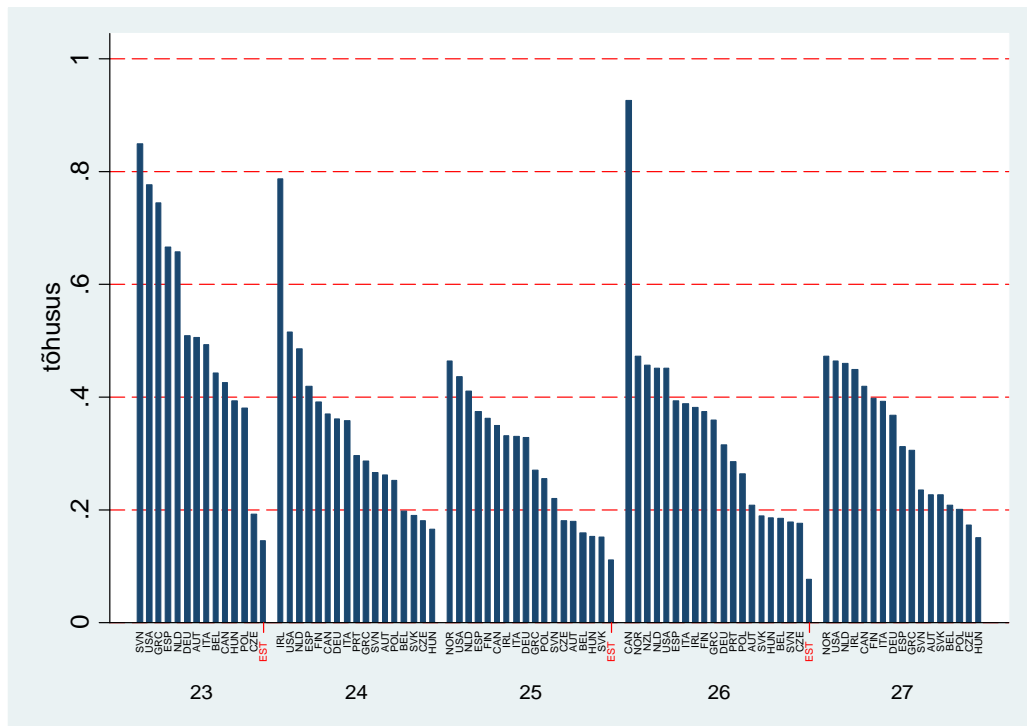
Kesktehnoloogiliste tööstusharude osas on ka Eestil olemas tootmine, mis annab võimaluse hinnata Eesti positsioone vastavates väärtusahelates. Mudeli põhjal (Tabel 3.5) on füüsilise ja TA kapitali elastsused vastavalt ~0.24 ja ~0.1. Võrreldes kõrgtehnoloogilise sektoriga, suureneb vajadus füüsilise kapitali järele ja väheneb vajadus TA kapitali järele. Tehnoloogia areng panustab tööviljakuse kasvu rohkem kui kõrgtehnoloogilises sektoris, andes aastaseks kasvuks 5%. Keskkonnateguritest on tähtsaim kõrgharidusega töötajate osakaal tööjõus, olles antud sektoris kõige olulisem keskkonnategur kõigi mudelite lõikes, elastsusega 0.26. Internetile ligipääsu omavate inimeste osakaalu tõstmine protsendi võrra tõstab tööviljakust 0.17%, IKT toodete osakaalu tõstmine protsendi võrra ekspordis suurendab tööviljakust 0.08%. Kesktehnoloogiliste harude keskmine tõhusus riikide lõikes on toodud järgneval

joonisel (vt Joonis 3.9). Eesti omab selles järjestuses viimast positsiooni, erinevus eelviimase ehk Tšehhiga on ligi kahekordne. Tabelit juhib jällegi USA. Eesti mahajäämus parimast on umbes kuuekordne.

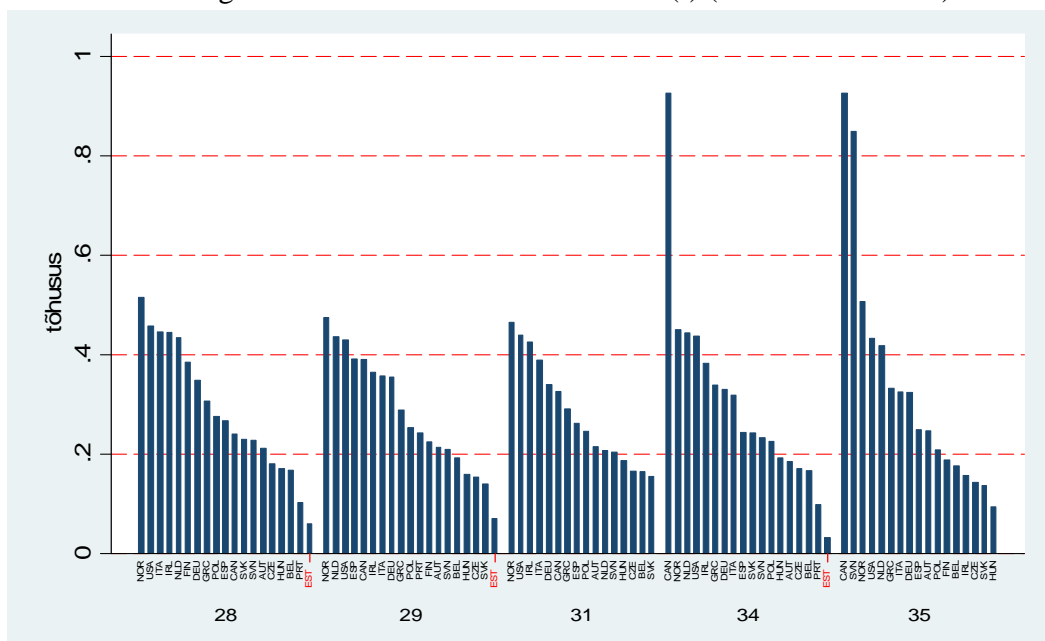


**Joonis 3.9.** Riikide järjestus kesktehnoloogiliste harude keskmise tõhususe järgi (autorite arvutused).

Pakub huvi täpsemalt selgitada, mis positsioone Eesti ettevõtted vastavates harudes omavad, millest tuleneb Eesti viimane koht riikide järjestuses. Selleks on kaks järgnevat joonist (vt Joonis 3.10 ja Joonis 3.11). Järgnevad joonised näitavad olukorda üheselt, Eesti on kõikides harudes madalaimal positsioonil. Erinevused Eesti ja haru kõrgeima vahel on ca 50-80%, mis on väga suur vahe. Arvestama peab ka harude osakaaluga Eesti SKP-s, kus kesktehnoloogiline sektor omab arvestatavat osa (vt Joonis 3.2 ).



**Joonis 3.10.** Kesktehnoloogiliste harude tõhusus riikide lõikes (I) (autorite arvutused).



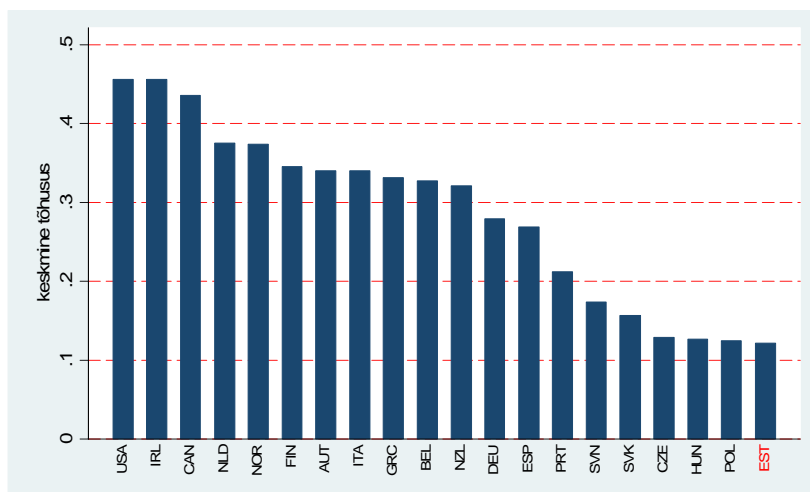
**Joonis 3.11.** Kesktehnoloogilised harud riikide lõikes tõhususte järjestusena (II) (autorite arvutused).

### 3.6.5. Madaltehnoloogiline tööstus

Madaltehnoloogilise sektori mudelis on tootmistegurina oluline nii füüsiline kui TA kapital, elastsustega vastavalt 0.27 ja 0.045. Selge trend on tehnoloogilise taseme langusega kaasnev füüsilise kapitali (masinad, seadmed) mõju kasv ja TA kapitali mõju langus, mida madalam tehnoloogiline tase, seda enam panustatakse „rauda“ ja vähem inimkapitali. Välised tegurid oluliseks ei osutunud.



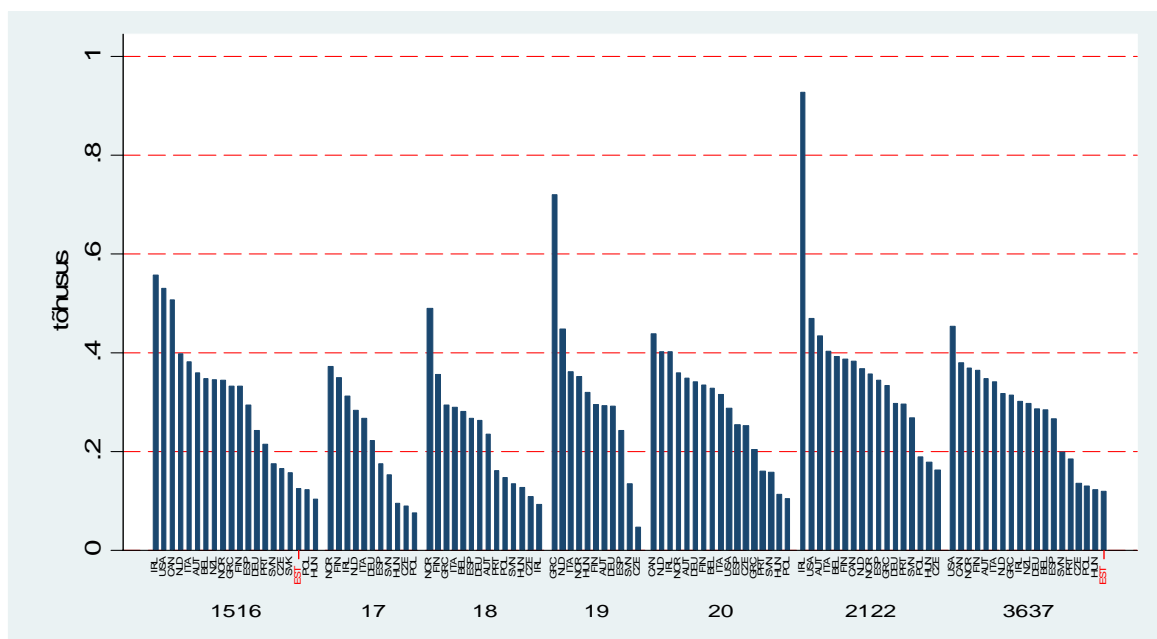
Tehnoloogia arengust tulenev tööviljakuse aastane kasv on 2.5%, olles samas tasemel kõrgtehnoloogilise sektoriga. Madaltehnoloogilises tööstuses on Eesti jaoks mitmed tähtsad harud, nagu toiduained ja mööblitööstus, mis annavad olulise osa tööstustoodangust ja hõivest<sup>33</sup>(vt Joonis 3.3). Sektori siseselt riikide järjestus keskmise tõhususe järgi näitab Eesti taas viimast positsiooni, parimaks jälle USA (vt Joonis 3.12. ).



**Joonis 3.12.** Riikide järjestus madaltehnoloogiliste harude tõhususe järgi (autorite arvutused).

Keskministatuna üle riikide, moodustab Eesti ühe grupi koos endise idabloki riikide Poola, Tšehhi ja Ungariga, Slovakkia ja Sloveenia on juba mõnevõrra kõrgemal tasemel. Tuues välja harude lõikes tõhusused, on Eestil mööblitootmises (täpsemalt harud 36-37) viimane positsioon ja toiduainetes üks viimastest, edestades Poolat ja Ungarit.

<sup>33</sup> Toiduainetööstuse toodangu osakaal kogu tööstustoodangust on ligi 11%, hõivatuid ligi 12500, eksporditakse ligi 36%, mööblitootmises hõivatuid ligi 7500, osakaal tööstustoodangus ligi 3.6% (Statistikaamet 2013).



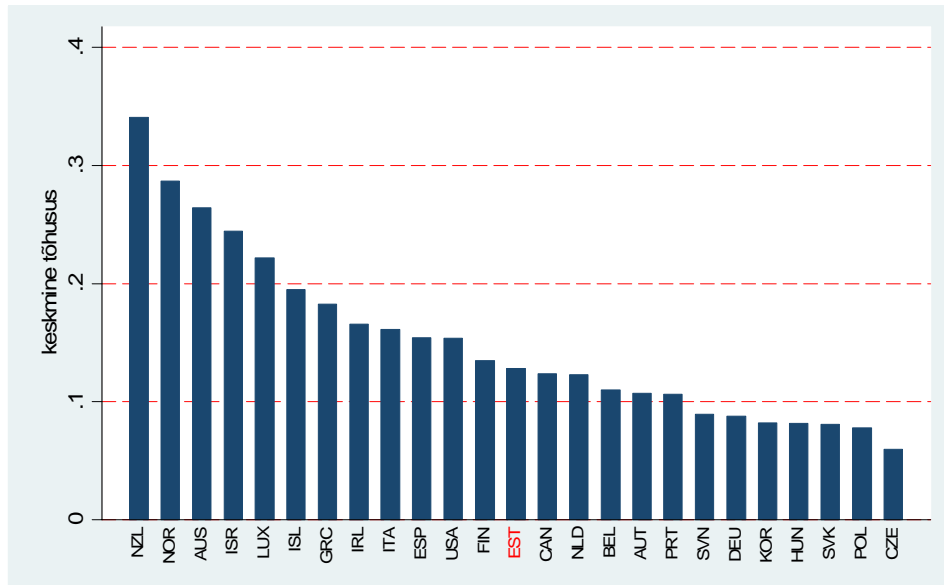
**Joonis 3.13.** Madaltehnoloogilised harud riikide lõikes tõhususte järjestusena (autorite arvutused).

Harude osas on olemas erinevused, seda positsiooni hinnas. Mööblitootmises on Eesti ja haru parima erinevus ca 33 protsendipunkti, toiduainete tootmises ca 43 protsendipunkti.

### 3.6.6. Teenused

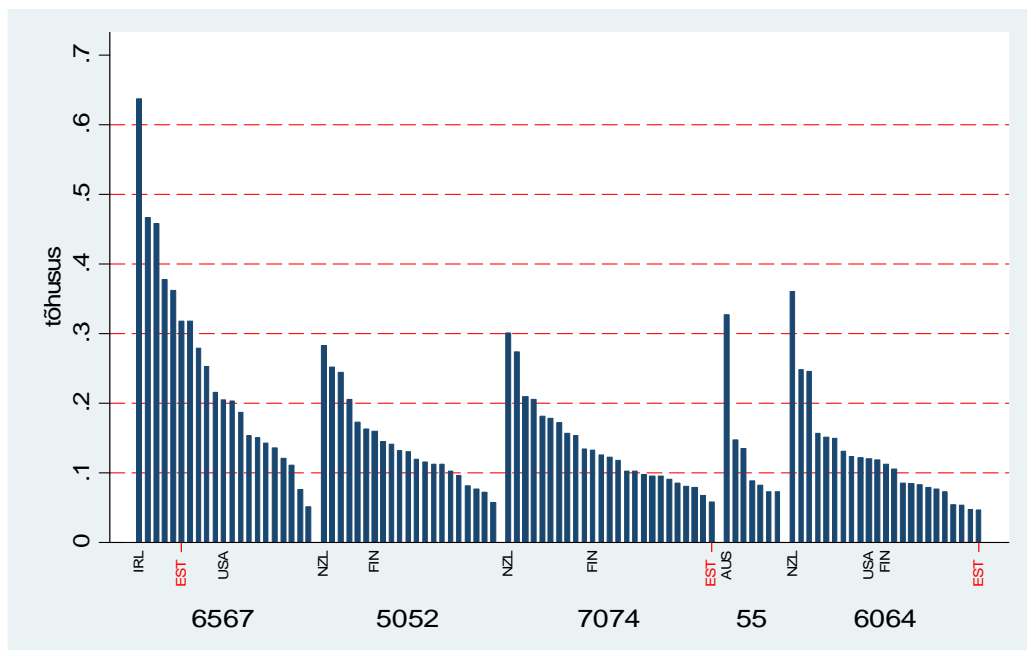
Teenuste sektor koosneb küllaltki erinevatest harudest, mille suhtes võib tekkida sama kahtlus nagu ühise valimi korral – kas need harud ikka jagavad ühist tõhususe piiri, on neil ühine tootmisfunktsioon? Siia kuuluvad<sup>34</sup> finantsvahendus, kaubandus, kinnisvara, veondus, laondus, side, hotellid ja restoranid. Sellise heterogeense valimi korral võib kahelda nende ühise käsitlemise adekvaatsuses, samas ei ole ka üksikharude lõikes sellist andmekogumit, et neid eraldi käsitleda. Mudeli alusel on teenuste sektoris oluline osa füüsilisel kapitalil, mille elastsus on  $\sim 0.43$ . See on märgatavalt kõrgem kui eelnevatel sektoritel. Samas TA kapital ei ole oluline. Küll aga on keskkonnateguritest oluline kõrgharidusega töötajate osakaal, elastsusega 0.19. Tehnoloogia arengust tulenev aastane tööviljakuse kasv on 2.6%, mis on samal tasemel kõrg- ja madaltehnoloogilise tööstusega.

<sup>34</sup> Nii on teenustesektor defineeritud käesolevas töös. Tervikuna on sektor veelgi laiemalt defineeritud, sisaldades ka avalikke teenuseid.



**Joonis 3.14.** Riikide järjestus teenustesektori harude tõhususe järgi (autorite arvutused).

Eesti on riikide võrdluses mediaanpositsioonil (vt Joonis 3.14), mis on eelnevate sektoritega võrreldes märgatavalt parem tulemus. Harude lõikes selgub ka Eesti hea positsiooni põhjus, selleks on kõrge tõhusus finantsvahenduses (vt Joonis 3.15).



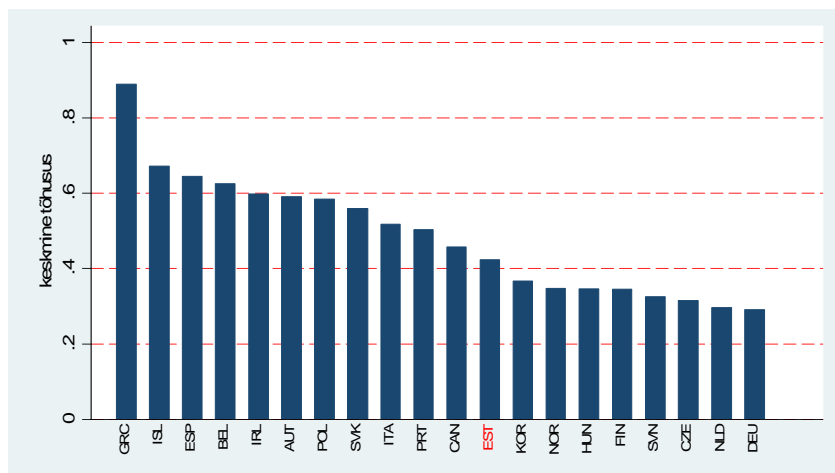
**Joonis 3.15** Teenuste sektori harud riikide lõikes, tõhususte järjestusena (autorite arvutused).

Võrreldes finantsvahendusega, on teistes harudes Eesti positsioon jällegi oluliselt halvem. Kinnisvaralise äritegevuse (70-74) osas on Eesti viimasel kohal, samuti veonduse, laonduse ja side osas (60-64). Eesti mahajäämus harude parimatest on samas suurusjärgus, sõltumata positsioonist harus,

umbes 25-30%. See on parim näitaja kõikide sektorite lõikes, kus Eestit on võrreldud. Teenuste sektor on Eestis seega tõhususe osas eeskujuks teistele sektoritele.

### 3.6.7. Primaarsektor

Primaarsektori moodustavad harud 01–05 (põllumajandus, jahindus, metsandus, kalandus). Antud sektorit ei ole detailsemalt (harude lõikes) analüüsitud, seda agregeeritud algandmete tõttu. Eesti on antud sektoris suhteliselt kõrgel positsioonil (vt Joonis 3.16), edestades mitmeid ida-Euroopa riike ja ka kõrgema elatustasemega lääneriike. Primaarsektori mudeli tulemused (vt Tabel 3.4) erinevad teistest sektoritest eelkõige kahes aspektis – märgatavalt kõrgem füüsilise kapitali osakaal (elastsus 0.715) ja ajasõltuv ebaefektiivsus. Materiaalse kapitali elastsus on ligi 2 korda kõrgem teistest sektoritest, samas on oluline ka TA kapital. Seega on primaarsektoris tööjõu panus märgatavalt väiksem, teiste sektoritega võrreldes. Tehnoloogilise arengu ajatrend ei osutunud mudelis statistiliselt oluliseks, aga oluline on ebaefektiivsuse ajasõltuvus, iseloomustades tõhususe aastast kasvu umbes 4.4%. Keskkonnateguritest on oluline IKT kaupade osakaal koguekspordis, elastsusega ~0.3. Sektorit iseloomustab ka kõrgeim keskmine tõhusus, ligikaudu 0.49. Sektori tõhususte võrdetegurite järgi (vt Joonis 3.16) kuulub primaarsektor keskmike hulka.



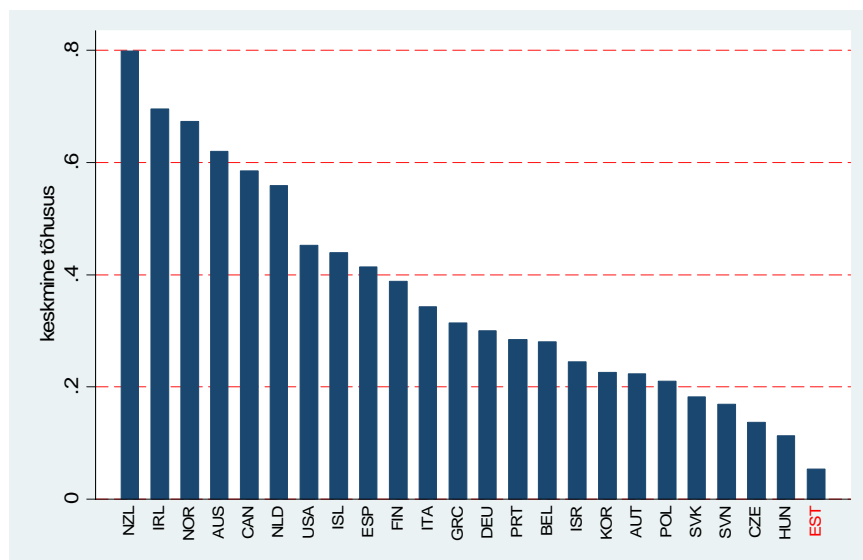
**Joonis 3.16** Primaarsektori harud riikide lõikes, järjestatud tõhusustega (autorite arvutused).

Primaarsektor on ajalooliselt vanim sektor, mille eripärana avaldub areng sisemise tõhususe kasvus, kuhu panustab suurimal määral füüsiline kapital.

### 3.6.8. Muud harud

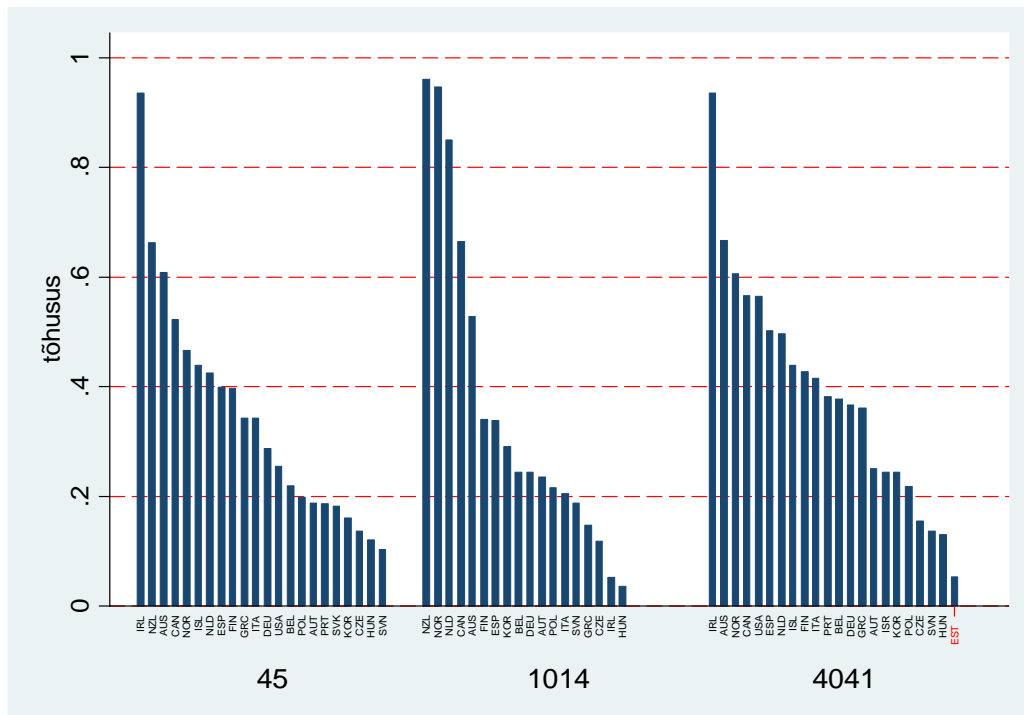
Muude harude hulka kuuluvad kõik need, mis eelnevalt käsitletutest üle jäid. Siia kuuluvad energiakandjad ja kaevandamine, elektri-, gaasi ja veevarustus, ehitus. Mudeli alusel on füüsilise

kapitali osatähtsus võrreldav madaltehnoloogilise tööstusega, elastsusega ~0.3, TA kapital tähtsust ei oma. Sektoril on kõrgeim tehnoloogilisest progressist tulenev aastane tööviljakuse kasv, ~9%. Keskkonnateguritest on oluline internetile ligipääsu omavate inimeste osakaal, mille elastsus on ka lähedane kesktehnoloogilisele harule, ~0.16. Oluline on ka IKT kaupade osakaal koguimpordist, elastsusega ~0.38. Selle teguri mõju on kõikide sektorite lõikes testitud keskkonnateguritest suurim. Sektorit keskmine tõhusus on kõrge (0.42), praktiliselt võrdne kõrgtehnoloogilise sektoriga. Samas kõrgtehnoloogiline sektor on vahetus võrdluses üle kahe korra madalama tõhususega. Antud sektor on kokkuvõttes kõige kõrgema tõhususega, ka sektorite võrdluses, seda nii maksimumi kui keskmise alusel.



**Joonis 3.17** Riikide järjestus muude harude tõhususe järgi (autorite arvutused).

Kindlasti annavad siin suure panuse energiakandjatega seotud harud 10-14, kus on kõige rohkem kõrge tõhususega riike antud sektoris. Riikide järjestuses asub Eesti taas viimasel positsioonil (vt Joonis 3.17), vahe järgnevatega on juba vähemalt kahekordne.



**Joonis 3.18** Muude harude sektor: harude tõhusus riikide lõikes (autorite arvutused).

Harude lõikes asub Eesti samuti viimastel kohtadel kõigis hinnatud harudes. Vahe harude parimatega on märkimisväärselt suur, 80-90 protsendipunkti. Eesti asub kõige madalamal astmel, saades ahelas toodetavast lisandväärtusest järjestatud riikide kontekstis kõige väiksema osa<sup>35</sup>.

### 3.7. Diskussioon

Käesolevas osas hindasime SFA meetodiga sektorite lõikes majandusharude suhtelist tootlikkust ehk tõhusust. Eesmärgiks on selgitada innovatsiooni lähendina kasutatava TA kapitali mõju tõhususele. Seejuures tuleb arvestada et TA-ga püsivalt tegelevaid ettevõtteid on Eestis alla 10%<sup>36</sup> Tõhususi on võrreldud ühise valimiga ja sektoritena. Sektoreid on kuus, kolm neist on tööstuse päralt, mis jaotub tehnoloogilise taseme järgi kõrg-, kesk- ja madaltehnoloogiliseks. Eraldi sektori moodustavad teenused, primaarsektor ja kõik muud harud, mis jäävad eelmärgitutele üle. Viimatimärgitud sektorid on tehnoloogilise taseme alusel rühmitatud kesktehnoloogiliste hulka. Ühine valim on tarvilik eelkõige sektorite suhteliste tõhususte hindamiseks. Et ühise valimiga tootmisfunktsioon keskmistab sektorispetsiifilised efektid, siis on hinnatud sektoreid ka eraldi. Tööstuse sektoraalne hindamine näitab

<sup>35</sup> Peab siiski arvestama, et tegemist on OECD-ga ehk riikide „kõrgliigaga“, kus Eesti on viimasel kohal parimate hulgast.

<sup>36</sup> European Commission (2012), lk. 6.

tootmissisendite elastsuse sõltuvust tehnoloogilisest tasemest. Tehnoloogilise taseme kasvuga kaasneb füüsilise kapitali mõju vähenemine ja TA kapitali mõju suurenemine<sup>37</sup>. Samas nt Eesti puhul on välja toodud, et tootmise madal kapitaliseeritus takistab ühe olulise tegurina tootlikkuse kasvu<sup>38</sup>, eriti puudutab see väikesi ja keskmise suurusega ettevõtteid (VKE), kes on enamikes harudes keskmiste tasemete määrajateks ka meie arvutustes, nt 2010. aasta investeeringud põhivarasse moodustasid Eesti VKE puhul vaid 51% 2007. aasta tasemest.<sup>39</sup> See viitab vajadusele jätkata tehnoloogia arendamiseks mõeldud riigipoolseid toetusmeetmeid (nii laenud kui ka otsetoetused).

Teenuste ja muude harude korral ei ole TA kapital oluline, samas füüsiline kapital on kõrgema elastsusega kui tööstuses. Esimese tulemusena peab märkima, et TA kulutuste intensiivsuse alusel määratletud tehnoloogiline tase ei seostu üheselt tõhususega. Tuginedes ühise valimi tulemustele (vt Joonis 3.4, Joonis 3.5, Joonis 3.6) võib väita, et kõrgtehnoloogiline tase ei seostu kõrgema tõhususega, seda nii harude kui sektorite, maksimumide ja keskmiste lõikes. Tõhusus seostub barjääride olemasoluga, nagu eelpool selgitatud. Mil määral barjäärid seostuvad innovatsiooniga, seda aitab selgitada TA kapitali olulisus (vt Tabel 3.5). TA kapitali mõju tõhususele kahanevas järjestuses on: (a) kõrgtehnoloogiline tööstus, (b) kesktehnoloogiline tööstus, (c) primaarsektor, (d) madaltehnoloogiline tööstus. Et TA seostub innovatsiooniga, võib selliselt järjestada ka innovatsiooni panuse barjääride tekkesse. Teenuste ja muude harude korral ei ole TA kapital oluline, tähendab nendes sektorites on barjääridel muud põhjused, mitte innovatsioon. Samas on muud harud ja teenused kaks kõrgeima maksimaalse tõhususega sektorit (vt Joonis 3.19), mistõttu muud põhjused võimaldavad kõrgemaid barjääre ja seeläbi suuremat kasumlikkust. Põhjus võib siin peituda ka selles, et sinna on koondatud paljudes väärtusahelates kõrgeimatel positsioonidel olevad ettevõtted. Muude harude sektoris on tööviljakuse kasvumäär samuti kõrgeim. Selline tulemus lahkneb peavoolu seisukohast, et majanduskasvu mootoriks on innovatsioon. Pigem ütleb see tulemus, et innovatsioon on vajalik neile, kellel naftat ei leidu. Siiski tuleb tunnistada, et TA investeeringud on sisendiks võimalikule tootlikkuse ja lisandväärtuse kasvule tulevikus ja me hindame neid käesolevates mudelites samal ajahetkel, kus võib arutleda selle üle, et kõrgem lisandväärtus (või ka soodsate turubarjääride olemasolu) võimaldab teha TA investeeringuid.

Hinnatud välised tegurid on järgnevalt järjestatud mõju ulatuse alusel (mõju ulatus Joonis 3.2 alusel):

<sup>37</sup> Selline seos sobitub ka teistest uuringutest saadud tulemustega, nagu Kumbhakar *et al.* (2009).

<sup>38</sup> Rahandusministeerium (2012), lk 4.

<sup>39</sup> Kaarna *et al.* (2012), lk 40.

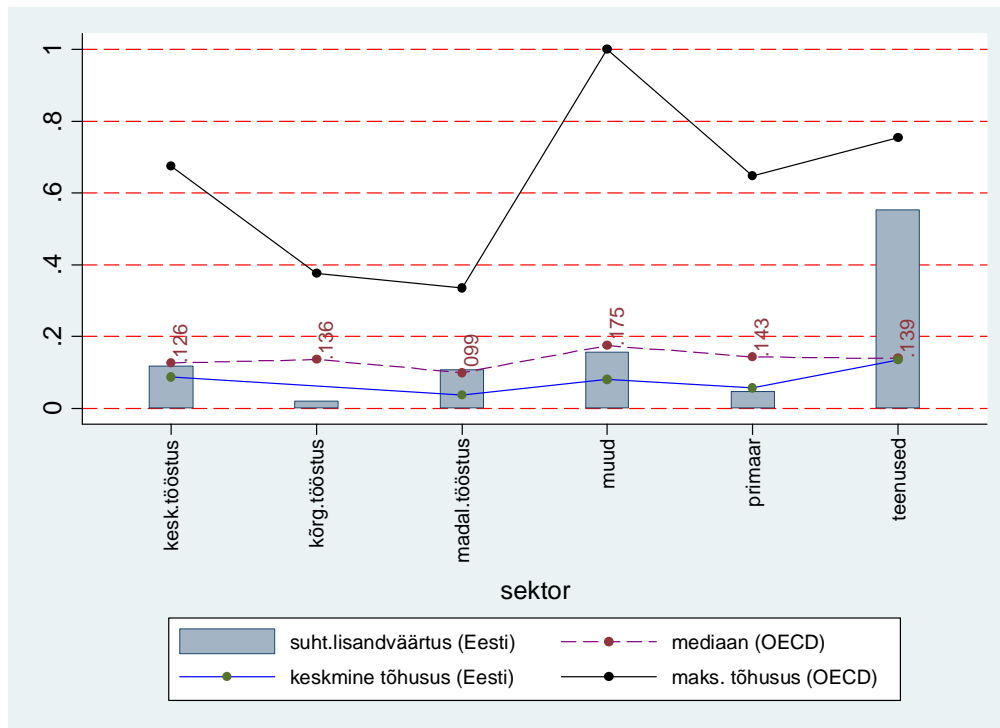
1. kõrgharidusega töötajate osakaal – kõrg- ja kesktehnoloogiline tööstus ning teenuste sektor (69% lisandväärtusest ja hõivest Eesti majanduses);
2. internetile ligipääsu omavate inimeste osakaal – kesktehnoloogiline tööstus ja muud harud (27% lisandväärtusest ja 24% hõivest Eesti majanduses);
3. IKT kaupade osakaal koguimpordis – muud harud ja primaarsektor (20% lisandväärtusest ja 17% hõivest Eesti majanduses);
4. IKT kaupade osakaal koguekspordis – kesktehnoloogiline tööstus (12% lisandväärtusest ja 10% hõivest Eesti majanduses).

Toodud välistest teguritest on riigil vähesed mõjutamise võimalused IKT kaupade impordi ja ekspordi korral, need sõltuvad suuresti majanduse struktuurist ja ettevõtete osalusest ning positsioonist globaalsetes väärtusahelates. Kaudselt on IKT kaupade impordi võimalik mõjutada, rakendades investeringute toetusmeetmeid, sest IKT kasutus seondub ettevõtete kapitaliseeritusega. Inimeste ligipääs internetile on küll mudelis oluline tegur, aga Eesti jaoks suurt arenguruumi enam ei võimalda, sest Eesti elanike ligipääs internetile on juba niigi kõrgel tasemel<sup>40</sup>. Võib eeldada, et majanduslikult aktiivsem elanikkond on tänaseks juba ligipääsu saavutanud. Ilmselt on lisaks internetile ligipääsule oluline ka selle ühenduse kvaliteet, aga seda antud näitaja ei erista. Väliste tegurite osas eristub kõrgharidusega inimeste osakaal tööjõus, mida riik saab mõjutada. Võimalike poliitikasoovituste jaoks tuleb ühendada sissejuhatavas osas haridusega seotud tähelepanekud mudelist saadud tõhususte hinnangutega. Eesti vastavate sektorite tõhusust OECD kontekstis kajastab järgmine joonis (vt Joonis 3.19). Viidatud joonisel on toodud ühise valimi (OECD) kõrgeim ning mediaantõhusus sektorite lõikes, lisaks Eesti vastav keskmine ja sektori suhteline panus lisandväärtusse. Et kõiki märgitud näitajaid mõõdetakse protsentides, saab kasutada ühist vertikaaltelge. Mediaantõhusus iseloomustab adekvaatsemalt tõhususe jaotust, kui valimis on keskmisest oluliselt erinevaid vaatlusi. Seda erinevust näitab maksimaalse ja mediaantõhususe vahe.

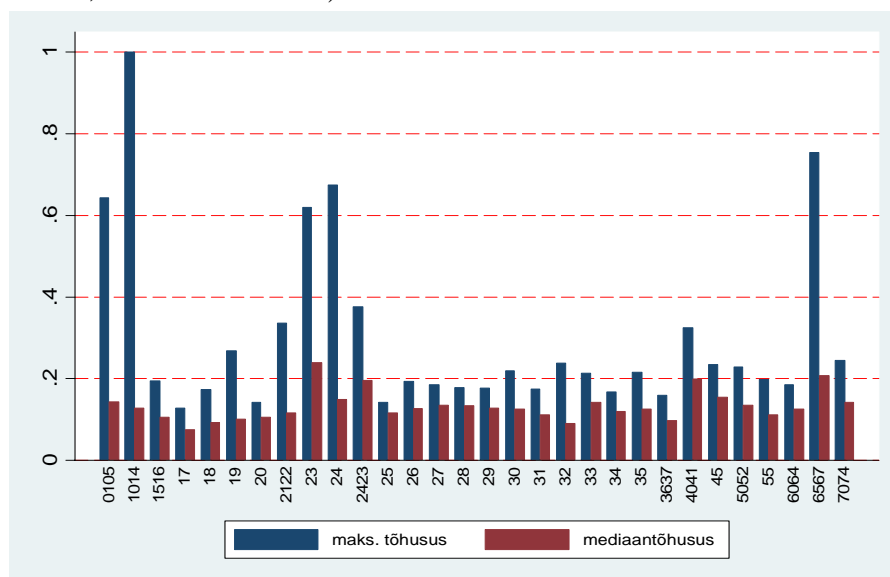
---

<sup>40</sup> Statistikaameti andmetel oli Eestis 2012. aasta I kvartalis 75%-l leibkondadest kodus internetiühendus, vähemalt kahe täiskasvanu ja lastega leibkondadest oli kodune internetiühendus peaaegu kõigil.





**Joonis 3.19** Eesti majanduse sektoripõhised lisandväärtuse osakaalud ja tõhusused OECD kontekstis (allikas: statistikaamet, autorite arvutused).



**Joonis 3.20** Harude asümmeetria tõhususe alusel (ühine valim – OECD) (allikas: autorite arvutused)

Väärtusahelate kontekstis viitab suurem erinevus suuremale asümmeetriale ahela osaliste mõjus. Suurem asümmeetria tähendab ahela juhtettevõtte (mõjukaima) suuremat mõju, millega kaasneb ülejäänud ahela osaliste jaoks väiksem osa ahela lisandväärtusest. Asümmeetria kasvuga muutuvad

ahelad struktuurilt enam kontrollivaks<sup>41</sup>, mistõttu on ka ahelasse pääs<sup>42</sup> ja seal edenemine keerulisem. Eesti sektorite jaoks on toodud keskmised tõhusused, sest siin nii suuri erinevusi harude tõhususes ei ole. Sektorite võrdluses on OECD mediaantõhusused lähedased, erinevused on küllaltki marginaalsed (vt Joonis 3.19). Küll aga on suured erinevused maksimumtõhususes, kus vähima erinevusega on kõrg- ja madaltehnoloogiline tööstus. Teiste sektorite korral on seega väärtusahelates lisandväärtuse jaotumine oluliselt ebaühtlasem. Et sektorid koosnevad harudest, on toodud välja asümmeetria ka harude lõikes (vt Joonis 3.20). Harudest eristuvad suurima asümmeetriaga selgelt energiakandjad (10-14), primaarsektor (01-05), keemiatooted (24), naftatooted ja tuumkütus (23) ning finantsvahendus (65-67). Suur asümmeetria tähendab eelnevat mõttearendust järgides mõjukaid juhtetevõtteid väärtusahelates, globaalsete turgude korral multinatsionaale. Selles võib veenduda, vaadates Forbes 2000 nimistut, kus juhtivateks on globaalse haardega pangad ja naftatootjad, aga esindatud on ka teiste eelmärgitud harude multinatsionaalid.

Järgnevalt tuleb eeltoodu konteksti paigutada riigi poolt mõjutatav väline tegur, kõrgharitude osakaal tööjõus. Sissejuhatavas osas 3.2 on toodud viited hariduse asümmeetrilisest mõjust tööviljakusele, mis sõltub konkreetse regiooni suhtelisest tööviljakusest. Eesti suhteline tööviljakus (tõhusus) on kasutatud valimi (OECD) kontekstis madal, seda nii sektorite kui harude osas. Isegi tõhusaim haru, finantsvahendus, on ühise valimi korral vähem kui pool maksimaalsest, aga finantsvahenduse haru siseselt, võib seda lugeda ka kõrgemaks kui pool maksimaalsest (vt Joonis 3.15). Tuginedes siinkohal sissejuhatuses märgitud Aghion *et al* (2005) uuringule, võib Eesti puhul eeldada kõrgharidusega inimeste osakaalu tõstmise tagajärjena selle negatiivset mõju tööviljakusele<sup>43</sup>, sest sellisel juhul kasvab Eesti roll doonorina, mis varustab haritud töötajatega kõrgema tootlikkusega naaberregioone (eelkõige Põhjala riike). Käesoleva töö mudeli tulemuste (vt Tabel 3.5) alusel on kõrgharidusega töötajate osakaalul suur mõju kõrg- ja kesktehnoloogilisele tööstusele ning teenuste sektorile. Siin ei ole mingit vastuolu Aghion *et al* (2005) tulemustega, sest mudeli alusel on kõrghariduse teguril oluline mõju tõhususe piirile, st mõjutab tõhususe etaloni ehk parima praktika arengut. Kui konkreetne riik ei asu tõhususe piiril, siis selle kohta siinkasutatud mudel selgitusi ei võimalda<sup>44</sup>, seda juhtu käsitleb Aghion *et al* uuring. Kõrgharitud töötajate osas Eesti kui doonori rolli suurenemine on avalikku kajastust

<sup>41</sup> Võrdluseks elektroonikatööstusest Apple (Forbes 2000 järjestuses 15-s) *versus* Intel (Forbes 2000 järjestuses 77-s), kus Apple juhitav ahel on rohkem kontrolliva struktuuriga ja Apple saab suurema osa ahela lisandväärtusest (vt lk 4-5).

<sup>42</sup> Näitena praktiliselt iga soovija võib Winteli (Intel+Microsoft Windows) baasil arvuteid toota, kuid Apple platvormil seda teha ei saa.

<sup>43</sup> Siin mõeldakse selle konkreetse teguri mõju, tööviljakusele tervikuna avaldab mõju palju tegureid, nt kapitali akumulatsioon, seega kogumõju võib jääda positiivseks, kuigi madalamaks loodetust.

<sup>44</sup> Igal mudelil on kindlad kasutuspiirid. Seepärast ongi terviklikuma arusaama jaoks abiks, kui kasutada uuritava nähtuse jaoks mitut erinevat meetodit.

leidnud meditsiinis (Kahro 2011; Ammas 2013), kus selline trend avaldab vahetut ja tuntavat mõju kõigile elanikele. Meditsiinitöötajate koolitamisel pakutud ideed koolitusmahtu ennaktempos suurendada (vt eelmisi viiteid), kompenseerimaks lahkujate kasvavat arvukust, ei saa majanduse seisukohast mõistlikuks lahenduseks pidada. Piiratud ressursside (inimesed, raha) panustamine kasvava lekkega süsteemi, lootuses leket kompenseerida, lõpeb ressursside ammendumisega, mille järel seiskub ka süsteem. Selles mõttes sarnaneb pakutud lahendus püramiidskeemidega.

Kas üldse ja milliseid lahendusi võiks sellele probleemile leiduda? Kõrgelt haritud töötajate väljaränne kõrgema tootlikkusega regioonidesse toimub Aghion *et al* (2005) mudeli alusel palgaerisuse tõttu. Seda nähtust võib nimetada tõmbejõuks. Selle põhjusi ei saa kahjuks kiirelt kõrvaldada, ühiskonna ja majanduse areng vajab aega. Kindlasti oleks lihtsaks ja kiireks lahenduseks, kui riik panustab täiendavalt ressursse kõige kriitilisemate valdkondade jaoks, aga esiteks sõltub vaba ressursi leidmine poliitilisest kokkuleppest, ja teiseks kutsub see ühiskonnas esile ahelreaktsiooni, mis viib palga ennakkasvule tööviljakuse suhtes. Lisaks tõmbejõule eristatakse väljarände juures ka tõukejõude, mis sunnivad väljarändele (Bodvarsson, Van Den Berg 2013:6). Tõukejõude võib olla palju, kuid antud kontekstis, kõrgharitud tööjõu osas, võib piirduda põhjustega, mis takistavad kodumaal ennast õpitud erialal realiseerimast. Näitena kõrgtehnoloogilisest elektroonikatööstusest, mis Eestis esindatud peamiselt regionaalse tähtsusega või multinatsionaalide odava tööjõuga tootmisüksustena. Sellistes tootmisüksustes on rõhk peaaesjalikult kvaliteetsel imitatsioonil, mitte innovatsioonil. Kui ülikoolidest tulevad tööturule insenerid, kelle haridus ja soovid on seotud uute, innovaatiliste toodete loomisega, siis neile ei leita sobivat rakendust. Võimalik on tegutseda imitaatorina, või leida rakendust naaberriikides. Oma ettevõtte loomine, eesmärgiga uusi looteid luua, ei pruugi enamasti õnnestuda, sest algsed investeeringud on väga suured ja lisaks on vaja pääseda mõne regionaalse suurtootja või multinatsionaali väärtusahelasse. Sinna pääsemine on seotud kõrge lävendiga, mida kohapeal nullist alustades ei pruugi kunagi ületada. Toodud näite mõte seisneb selles, et riigil võib siiski olla teatud võimalusi, leevendamaks väljarännet soodustavaid tõukejõude. Tõukejõud ja nende suurus võib olla valdkonniti erinev, mis tähendab vajadust laskuda detailidesse. Väljarände mudeleid on loodud aegade jooksul mitmeid, aga üldjoontes on nende põhimõte sarnane – väljarände netotulem peab subjekti jaoks olema positiivne, et langetada lahkumise otsust. Üheks mudeli osaks on kodu- ja sihtriigi palkade erinevus vastaval erialal, lisaks väljarändega seotud kulu. Kulu sisaldab olulise tegurina subjekti oskuste ülekandmise võimalust sihtriiki. Lisaks on veel muud kulu komponendid, nagu keelelised ja kultuurilised erinevused. Oskuste ülekandmise võimalused on väga erinevad, kui võrrelda nt eesti keele õpetajat ja kirurgi. Seepärast on väljarände probleemid tegevusalade lõikes väga erinevad. Siit jõuame

viimasel ajal palju avalikkuse tähelepanu saanud haridusmeetmeni – tasuta kõrghariduseni. Riigi sekkumise korral tuleb hinnata sekkumise mõju<sup>45</sup>, kus ühe meetodina kasutatakse tulu-kulu analüüsi. Tulu-kulu analüüsist lähtuvalt tekitab tasuta kõrgharidus ühiskonnale kulu, mis sisaldab kõiki kõrghariduse andmiseks vajalikke ressursse. Ressursid kasutatakse ära ja kõrghariduse saanud inimene lahkub kõrgema tootlikkusega riiki, panustades edaspidi jõukama riigi arengusse. Tulu-kulu analüüsi aspektist, mingit tulu sellest hariduse investeeringust päritolumaale ei jää, meetme tulemiks on kahju<sup>46</sup>. Sisuliselt tähendab selline meede, et Eesti toetab oma hariduseelarvest jõukamate riikide majandust, selmet Eesti majandust arendada. Euroopa Liidus on töötajate vaba liikumine üks põhivabadustest, siin Eesti mingeid piiranguid ei saa seada. Küll aga pole mingit kohustust haritud tööjõu doonoriks olla. Hariduskulude juures kehtib samuti alternatiivkulu mõiste. Kui kõrghariduse omandanu otsustab lahkuda, siis ei pea seda avalikest vahenditest finantseerima, vabanevaid vahendeid saab kasutada ühiskonna teiste valupunktide leevendamiseks. Üheks lahenduseks oleks selektiivne lähenemine kõrghariduse finantseerimisele. Valitud väljarände mudeli alusel tuleb hinnata põhilisi erialasid ja nende lõpetajate väljarände tõenäosust. Tasuta kõrgharidust saab pakkuda ainult erialadel, mille väljarände tõenäosus jääb alla mingi kokkuleppelise lävendi. Tõhususe alusel on kohalik finantsvahendus suhteliselt kõrge tööviljakusega, seega selles valdkonnas ei pruugi väljaränne oluline olla, mistõttu seotud erialadel võib pakkuda tasuta haridust. Samas arstiõpe on kõrge väljarände tõenäosusega, mistõttu vajab selektiivsemat rahastamist<sup>47</sup>. Selektiivsele rahastamisele tuleb lisada ka tõukejõudude leevendamise meetmed, kus mõlemate meetmete detailid (väljarände tõenäosus ja tõukejõudude olemus) on vaja selgitada detailsemate analüüsidega, konkreetsete harude lõikes. Pakutud lahendused täiendaksid Eesti konkurentsivõime strateegias „Estonia 2020“ toodud meetmeid, mille eesmärgiks on muuta Eesti atraktiivseks elamis- ja töötamiskohaks kõrge kvalifikatsiooniga, haritud inimestele. Kõrghariduse kui tööviljakust oluliselt mõjutava teguri probleemistikku kokku võttes, peavad kõikvõimalikud haridusmeetmed olema kooskõlalised, kompleksed ning arvestama kaasnevate mõjude hulgas ka negatiivseid, muidu ei täida meetmed kaugemat eesmärki – ühiskonna heaolu kasvu.

Viimaseks osaks tulemuste arutelus on tootmissisendid. Mudelitest (vt Tabel 3.5 ) selgus tootmissisendite panuse sõltuvus tehnoloogilisest tasemest, kus tehnoloogilise taseme kasvuga kaasneb füüsilise kapitali mõju vähenemine ja TA kapitali mõju suurenemine. TA kapital on küll tööstuses ja

<sup>45</sup> Tasuta kõrghariduse mõjude analüüsil siintoodud väljarändeprobleemi ei ole puudutatud, küll aga teisi probleeme nagu vastavus tööturu vajadustele, õppe tulemuslikkus, üliõpilaste valikute moonutamine (Seletuskiri...2011).

<sup>46</sup> Kindlasti võib otsida ja leida mitmesuguseid kaudseid, mitterahalisi ja vaieldavaid kasusid, nt täiendavad kontaktid sihtriigis, tekkiv eestlaste diasporaa, mida saab ehk kasutada Eesti reklaamimisel (nagu Baruto Jaapanis) jms.

<sup>47</sup> Et arstiõpe on väga kulukas, siis vajab see paindlikku lähenemist. Nt finantseerimise jaotamine riigi ja tudengi vahel, töötamise ajaline kohustus kodumaal, õppelaenu kustutamine teatud tööstaaziga jne.

primaarsektoris oluline, aga seda on ainult 29% Eesti majanduse lisandväärtusest ja hõivest (vt Joonis 3.2 ). Esmalt pakub huvi, milliste sektorite lõikes on TA kapital piisavalt oluline, et üldse tasuks riigi sekkumist kaaluda. Kõrgtehnoloogilises tööstuses on selle mõju tööviljakuse kasvule 55% füüsilise kapitali mõjust, kesktehnoloogilises tööstuses 41%, madaltehnoloogilises 1/6 ja primaarsektoris ainult 1/11. Meetmete puhul on alati tähtis fookus, panustada tuleb sinna, kus on loota suurimat mõju. Eelnevast loetelust võib TA kapitali osas arutelu alla jätta ainult kõrg- ja kesktehnoloogilise tööstuse. Seda on Eesti majanduse kontekstis ainult 14% lisandväärtusest ja 12% hõivest. Sellega on meetmete võimalik sihtrühm juba väga fokusseeritud. Lisaks on siin sama loogika kõrghariduse mõjuga, et ainult tootmisvõimaluste piiril paiknedes on oluline innovatsioonil põhinev areng, madala tõhususe korral on arengu mootoriks imitatsioon. Eesti kesktehnoloogiline tööstus on suhteliselt madala tõhususega, kõrgtehnoloogilise tööstuse tõhususe kohta hinnangut ei ole, vastavate TA kulutuste puudusel. Selles valguses on isegi selline fokusseeritud sihtgrupp TA kapitali toetusmeetmete jaoks liialt laialivalguv, abiks oleks veel täiendavad kriteeriumid. Siinkohal toome veelkord väärtusahelas liikumise võimalikud teed:

- protsesside edendamine;
- toodete edendamine;
- funktsioonide edendamine;
- ahela edendamine.

Esimesed kolm nendest seostuvad arenguga olemasoleva väärtusahela raames. Selliste arengute korral on probleemiks, kas ahela juhtettevõtte neid üldse soosib ja võimaldab, lisaks lisandväärtuse jaotus, mis ei pruugi vastuvõetav olla. Protsesside kulude kärpimisel ei võida kohalik ettevõtte üldjuhul midagi, sest selle võrra muudab ahela juhtettevõtte siirdehindu, saades ikkagi lisandunud väärtuse endale. Pealegi, kui kohaliku ettevõtte näol on tegemist mõne multinatsionaali tütreaga (nt Ericsson Eesti), siis neil puudub iseseisev turundus ja kontserni emaettevõtte omandab kõik innovatsioonist lisandunud väärtuse. Sama lugu on ka ülejäänud kahe arenguvariandiga. Siit võiks loogiliselt jätkates pidada sobivaks ainult viimast varianti, kus kohalik ettevõtte hakkab ise ahelat üles ehitama (nt Baltika, Palmako). Puudusena peab siin märkima kõlavate edulugude nappust, tüüpnäitena Baltika esindab suure töö taustal tagasihoidlikku edu. Tuleb tunnistada, et lihtsaid lahendusi ei ole. Uue väärtusahela ülesehitus võib olla siiski ainuke tee, kui eesmärgiks on suurema lisandväärtuse teenimine. Globaalne majandus on väärtusahelatega läbipõimitud, moodustades keerukaid võrgustikke. Väärtusahelaid saab luua ka suuremate väärtusahelate sees, alati ei pea ahel lõppema lõpptarbija jaoks pakendatud tootega. Oluline on enda võimaluste jaoks sobiva nišši leidmine.

Ühe värske näitena saab tuua TÜ ja Maaülikooli teadlaste poolt kloonitud transgeense vasika (Tänavsuu 2013; Raamets 2013). Viidatud sündmus on kindlasti tunnustus valdkonna TA potentsiaalile, aga kas sellest piisab uue väärtusahela ülesehituseks, seda veel kõrgtehnoloogilises farmaatsiatööstuses? Vastus oleks esialgu pigem ettevaatlikult eitav, kui tugineda eeltoodud väärtusahelate ülevaatele. Või on siiski mõni võimalus? Transgeense vasika perspektiivide arutelus viidati, et spetsiifiliste hormoonide osas katavad kümnekond sellist transgeenset lehma kogu globaalse nõudluse (Tänavsuu 2013). Iseenesest oleks selline idee ju paljutootav, kui kuskil Tartu külje all Maaülikoolis asuks globaalse haardega hormoonitootja, mis on suuteline kogu inimkonna vajaduse püsivalt katma. Paljutootavate ideedega on tavaliselt see häda, et kui idee on liiga ilus, et olla tõsi, siis nii see ka on. Globaalne farmaatsiatööstus on jaotunud multinatsionaalide vahel (vt lk 22-24), seega soovides jõuda globaalsele turule, tuleb jõuda mõne sellise multinatsionaali väärtusahelasse. Ahelasse saab siseneda aga ainult juhtettevõttele sobivatel tingimustel, mis ei pruugi olla soodsad. Ammugi ei võimalda need vastavas ahelas mingit olulist mõju omada ja lisandväärtuse osakaalu endale sobivas suunas kallutada. Ehk kogu ettevõtmine taandub ikkagi konkreetse tehnoloogia müügile ahela juhtettevõtte tingimustel. Ja biotehnoloogia valdkonnas on aeg kriitiline tegur, tänane patent on homme üldteadmine. Lootuses endale sobivaid tingimusi kaubelda võib tulemusena kaotada kõik, sest konkurendid jõuavad arendustöös järgi ja tänane monopoolne oskusteave ei ole homme enam kasumlikult müüdav. Siiski, teatud tingimustel saab ka transgeense vasika alusel uut ahelat käivitada. Näite saab tuua jällegi elektroonikatööstusest, spetsiifiliste mälukiipide tootjatelt. Mälukiipide tootjad moodustavad väärtusahelaid, mille tarbijateks on teised kõikvõimalikku elektroonikat tootvad väärtusahelad. Osades toodetes on neil ka piisavalt tugev positsioon, mis võimaldab teenida turu keskmisest kõrgemaid marginaale. Mälu on nimelt selline komponent, ilma milleta praktiliselt ükski kaasaegne elektroonikaseade ei toimi. Selline asendamatuse annab kiibitootjale juba olulise mõju. Et mälukiipe kasutavad paljud väärtusahelad, ei ole mälutootja sõltuvuses mõnest konkreetsest ahelast, vaid tema kliendiportfell on piisavalt suur, vältimaks mõne kliendi liigsuurt mõju. Sellisel juhul saab mälutootja enda jaoks paremaid tingimusi välja kaubelda ja lõpptootle lisandväärtusest endale suurema osa. Konkreetsete toodete näitel, mida eelpool elektroonikatööstuse näite juures käsitlesime, ei ole ahela juhtettevõtte, olgu see Apple või HP, enam sellist mõju, et endale soodsaid tingimusi kehtestada. iPod ilma mäluta ei tööta, aga mälutootja saab ilma Apple tellimusest küll hakkama, sest Apple osakaal kliendiportfellis on väike. Selline olukord kujundab mälutootja jaoks tugeva positsiooni ja tähendab ka kõrgemaid marginaale. Elektroonika komponentide tootmine on paraku suurt ressursi nõudev valdkond ja isegi spetsiifiliste mälude tootmine globaalse nõudluse katmiseks tähendab kümneid tuhandeid töötajaid.

Pöördudes tagasi transgeensete lehmade juurde, siis siin on olukord märgatavalt soodsam väikeriigi ressursside aspektist. Ahela ülesehituseks tuleb pakutava toote globaalne nõudlus jaotada mitmete väärtusahelate (sõltumatute ravimitootjate) vahel, et igaüks tervikuna ei omaks kliendiportfellis kriitilist tähtsust. Ahel põhineks hormoonide tootmisel, mis võivad olla edasisel töötlusel tooraineks mitmesugustele ravimitele. Ravimite väljatöötamine on üldjuhul piiriks, kust alates kasvab järsult ressursivajadus. Arvestades kättesaadavaid ressursse, on reaalsem piirduda olemasoleva tuumikkompetentsiga, st transgeense lehma piimast saadava hormooniga. Kogu oskusteave jääb kohapeale, seda üle ei kanta. Piimast hormooni väljafiltreerimine on teostatav allhankena, selleks pole mingit vajadust osalust laiendada. Oluline on kogu ahela juhtimine kohapeale jätta, see võimaldab lisandväärtusest suurimat osa saada. Hormoonide ehk toodete nimistu täiendamine seisneb järgmise kümme-konna transgeense lehma lisandumises. Selline väärtusahel on suuresti TA kapitalil põhinev, iga järgneva transgeense lehma versioon tähendab suurt uurimis- ja arendustööd. Samas perspektiivid on laiad, piiranguks on vaid fantaasia. Et sellise väärtusahela loomisel TA kapitali toetusmeetmeid kasutada, peaks esmalt olema toimiv ärimudel. Tuleb jõuda niikaugele, et intellektuaalomand on kaitstud, hormoonitootmine on käivitunud ja esmane kliendibaas loodud. Samas ahela ülesehitus on mitmeetapiline protsess, kus iga etapp on erineva riskiastmega, mis võib vajada erinevaid toetusmeetmeid. Seetõttu peaks olema mõeldav toetusmeetmestik ka ahela embrüonaalses faasis, kus on olemas vähemasti spetsiifiline TA kompetents, selge visioon ja sõltumatu hinnang arendustöö perspektiivi kohta. Antud transgeense lehma näide on mõneti printsiipiaalse tähtsusega. Kui selline väärtusahel luuakse, võib see olla mudeliks, kuidas kohalikke TA investeeringuid rahvusvahelise tasandi väärtusahelateks arendada. Oluline on esiteks asjaolu, et toode katab globaalse nõudluse ja on tehtav kohalike ressurssidega. Kui globaalne nõudlus on kaetud ja innovatsioon (patendid, akumulunud oskusteave) tekitab konkurentidele sisenemisbarjäärid, on see aluseks monopolilaadsele positsioonile ja Shumpeteri-tüüpi kasumile. Teiseks on toode väga suure TA osakaaluga, mis soodustab teaduse ja ettevõtluse tihedat koostööd, millest võidavad mõlemad. Kui sellise väärtusahela käivitamine õnnestub, on see väga kõrge lisandväärtuse allikaks. Sarnaseid valdkondi on muidugi vähe, kus võiks arvestada nii globaalse nõudluse olemasolu kui selle katmise võimekusega.

Et iga olukord sellise ahela loomisel on unikaalne, ei saa rohkem detailidesse laskuda. Mõned üldisemad ideed siiski võib tuua. Nagu sissejuhatavas osas märgitud, toimivad väärtusahelad erinevatel tasanditel. Eesti jaoks on piiravaks teguriks ressursside nappus, nii raha kui inimeste osas. Raha isegi

võib leida, tõenäoliselt suurimaks piiranguks on ikkagi inimvara nappus. See piirang määrab suuresti tegutsemise ulatuse, mis võiks olla üldjuhul (kui transgeensed lehmad välja jätta) kõige enam regionaalne. Globaalses mastaabis on üldjuhul ebatõenäoline uusi väärtusahelaid üles ehitada, seal tuleb võistelda multinatsionaalidega, kelle rahalised võimalused ületavad suuresti Eesti SKP-d. Kui globaalses mastaabis siiski väärtusahelat luua, peaks see seonduma olemasolevate ahelatega, pakkudes neile koostööd, mitte konkurentsi. Realistlikum, kui tahetakse vahetult lõpptarbijani jõuda ja sellega kogu ahelat kontrollida, on tegutsemine regionaalse tähtsusega harudes, mille näitena võib tuua toiduained. Toiduainete korral on paljudes kitsamates segmentides säilivusest tulenevad geograafilised piirangud, samuti maitse-eelistused ja traditsioonid. Need eripärad võimaldavad regionaalsel tasandil iseseisvaid väärtusahelaid luua.

Üldiselt tuleks aluseks võtta olemasolevad harud, mis tähendab akumuleerunud oskusteavet, traditsioone, kogemusi jne, kõike seda, mille ülesehitus nullist oleks liialt ressursi ja ajamahukas. Tähelepanu tuleb pöörata lisandväärtuse ja hõive suhtele (vt Joonis 3.3), mille alusel sobivad väärtusahelate ülesehitamiseks kõik kesktehnoloogilised tööstusharud, ja madaltehnoloogilistest puidutöötlemine. Toiduainete ja mööblitootmise juhul on vajalik selektiivsus. Ajakirjandus on toonud mitmete edulugudena näiteid rõivatööstusest, kuid selles segmentis on lisandväärtuse ja hõive suhe juba väga ebasoodne. Paraku tuleb teha valikuid ja madala lisandväärtusega tegevuste toetamine tähendab vaesuslõksu kinnistamist. See võib küll toetada hõivet, aga mitte heaolu kasvu. Need harude suhtelised tõhusused on sellised kindlatel põhjustel ja eeldada madala lisandväärtusega harus kõrge lisandväärtuse teenimise võimalust oleks ebarealistlik.

### **3.8. Kokkuvõte**

Käesolevas osas hindasime innovatsiooni mõju valitud sektorite lõikes majandusharude tõhususele ja seda mõjutavaid keskkonnategureid. Järgnevalt on toodud peamised tulemused (esituse järjekord ei näita tähtsust):

1. Kõrgtehnoloogiline tööstus ei ole kõrgema tõhususega, tehnoloogilise taseme tõus iseenesest ei taga kõrgemat tootlikkust;
2. TA kapital suurendab tootlikkust rohkem kõrgtehnoloogia korral, füüsiline kapital rohkem madaltehnoloogia korral;



3. Eesti majandus toimib suhteliselt madala tõhususega, hinnatud sektorid on OECD riikide mediaantõhususest kohati poole madalamal. Teistest eristub selgelt finantsvahendus, mis on suhteliselt kõrge tõhususega, ligi 50% vastava haru OECD maksimumist;
4. Tõhusust mõjutavad barjäärid, millega tõkestatakse konkurentide sisenemist turule. Kõrgemad barjäärid võimaldavad suuremat kasumit. Innovatsioon on üks võimalus barjääride tekitamiseks (nt patendid), samas peab see toimuma pideva protsessina;
5. Innovatsioon ei ole parim võimalus barjääride tekitamiseks. Mitteinnovaatilised põhjused (eksklusiivne ligipääs loodusvaradele, poliitiline mõju jms) võimaldavad tekitada kõrgemaid barjääre ja saavutada suuremat kasumlikkust;
6. TA ja innovatsioon on tähtsad, kui puuduvad olulised loodusvarad;
7. Innovatsiooni olulisus OECD riikide sektorite lõikes, kahanevas järjestuses:
  - a. Kõrgtehnoloogiline tööstus;
  - b. Kesktehnoloogiline tööstus;
  - c. Primaarsektor;
  - d. Madaltehnoloogiline tööstus.
5. Oluliseks riigi mõjutatavaks teguriks on kõrgharitude osakaal tööjõus. See tegur mõjutab sektoreid, mis annavad Eesti majanduses 69% lisandväärtusest ja hõivest;
8. TA kapital mõjutab sektoreid, mis annavad 29% Eesti majanduse lisandväärtusest ja hõivest. Meetmete rakendamiseks enamsobilik osa majandusest hõlmab 14% majanduse lisandväärtusest ja 12% hõivest (kõrg- ja kesktehnoloogiline tööstus);
9. TA kapitali mõju Eesti majanduses on üldiselt ebaselge. Mudeli alusel mõjutab TA kapital tõhususe piiri arengut, st mõjutab suhteliselt kõrgeima tööviljakusega majandusi. Innovatsiooni mõiste seondub millegi uue rakendamisega, mis peaks koos kommertseduga seniseid piire nihutama. Suhteliselt madala tõhususega majanduse arengut veab imitatsioon, mis asendub järk-järgult innovatsiooniga, kui majandus jõuab lähemale tootmisvõimaluste piirile.

Kõrgharitude osakaal on välise tegurina väga ulatusliku mõjuga. Kuid siin tuleb arvestada selle mõju asümmeetriaga – tõhususe piiril toimiva majanduse jaoks on sellel positiivne mõju, madala tõhususega majanduses võib mõju olla negatiivne. Põhjuseks majanduskasvu allikate erinevus, sest tõhususe piiril on allikaks innovatsioon, madala tõhususe korral imitatsioon. Eesti majanduses võib tinglikult tõhusaks nimetada ainult finantsvahendust. Negatiivne mõju seisneb kõrgharitude väljarändes, kõrgema tõhususega regioonidesse. Otsene negatiivsus tuleneb kõrghariduse rahastamisest, kus kuludele ei saa väljarände korral vastavusse seada tulusid. Kõrgharitude osakaalu suurendamisel muutub madala tööviljakusega regioon kõrgharitude doonoriks, mis varustab kõrgema tööviljakusega regioone haritud

tööjõuga. Väljarände tõenäosus ei ole ühesugune, vaid sõltub omandatud erialast. Põhilised tegurid väljarände mudelites on vastava eriala palgataseme erinevus sihtriigis ja kodumaal ning oskuste ülekandmise võimalused sihtriiki. Seetõttu on erialade lõikes väljarände tõenäosused väga erinevad, mõned erialad seostuvad suure tõenäosusega.

Et kõrghariduse rahastamine toetaks riigi majandust, peaks see niisiis olema selektiivne ja arvestama väljarände tõenäosusega. Tasuta kõrgharidust saaks võimaldada sellistel erialadel, kus väljarände tõenäosus on madalam mingist kokkulepitud lätendist. Ülejäänud juhtudel tuleks rakendada tasulist haridust, kus konkreetne rahastamise mudel sõltub juba konkreetsetest asjaoludest. Põhimõte on selles, et Eesti riik ei pea toetama endast jõukamaid majandusi, vabanevate vahendite jaoks on hulgaliselt teisi rakendusi. Selle idee teostus tähendaks mingi valitud mudeliga tõenäosuste hindamist ja tulemuste sidumist hariduse rahastamisega. Lisaks selektiivsele rahastamisele tuleks analüüsida ka väljarännet soodustavaid tõukejõudusid, mis seostuvad vastavate erialadega. Selektiivse rahastamisega vabanenud vahendeid saab tarvitada tõukejõudude leevendamiseks, selline kompleksne lähenemine võimaldab vähendada haritud inimeste väljarännet ja leevendada selle majanduslikke tagajärgi. Hariduskulutusi oleks sellisel viisil võimalik efektiivistada, et need toetaks töövõljakuse kasvu ja sellega üldist heaolu. Avalikkuses väljapakutud ideed kõrge väljarändega erialadel lihtsalt vastuvõttu suurendada, pakkudes haridust jätkuvalt tasuta, viivad väga piiratud ressurssidega riigi reservide kiire ammendumiseni.

Uute väärtusahelate ülesehitamiseks võib soovitada TA kapitali toetusmeetmeid kõrgtehnoloogilistele ettevõtmistele, millel on hinnangulist potentsiaali muutuda rahvusvahelise ulatusega väärtusahelateks. Eelkõige on siin mõeldud sellist tüüpi ettevõtmisi, nagu diskussiooni osas käsitletud transgeensel tehnoloogial põhinev hormoonitootmine. Et selline ettevõtmine on seotud oluliste riskidega, eriti alustamise faasis, on oluline nende toetus kuni stabiilse müügitulu tekkeni. Olulisemad töö aspektid on järgnevalt kokku võetud poliitikasoovitustega, mida TA toetusmeetmete väljatöötamisel tuleks arvestada.

### **Poliitikasoovitused**

- Majandust toetav kõrgharidus on erialade lõikes selektiivselt tasuline, arvestades lõpetajate väljarände tõenäosust.
  - Suure väljarände tõenäosusega erialad on tasulised.
    - Selektiivse rahastamisega vabanevaid vahendeid rakendatakse meetmetes, mis vähendavad tõukejõude suure väljarändega erialadel.

- TA kapitali toetusmeetmed on fookuseeritud kesk- ja kõrgtehnoloogilisele tööstusele.
  - meetmed peavad olema selge fookusega tõusule väärtusahelas.
- Madaltehnoloogilise tööstuse tootlikkuse tõstmiseks sobivad tehnoloogiainvesteeringute toetusmeetmed.
- TA-mahuka kõrgtehnoloogilise väärtusahela ülesehitus vajab TA kapitali spetsiifilist toetusmeetet, mille sisu sõltub ka väärtusahela ülesehituse arengufaasist. Analüüsida tuleks mitmesuguseid võimalusi, sh riigi osalust.
- Välisinvesteeringud peavad toetama kohalike ettevõtete tõusu väärtusahelas.
  - Riigi toetus välisinvesteeringutele peab olema selektiivne – ainult madala lisandväärtusega tootmisteenuste investeeringuid ei toetata, investeeringud peavad sisaldama ka kõrgema lisandväärtusega teenuseid.

TA poliitikameetmete juures tuleb üldiste printsiipidena soovitada selektiivsust, detailsust ja komplekssust.

## **4. Indikaatorite valimine T&A strateegiasse ja poliitikameetmetesse**

### **4.1. Sissejuhatus**

Raporti käesolevas peatükis esitatakse erinevate poliitikategemise tasandite (nii üldise T&A strateegia kui ka konkreetsete poliitikameetmete tasandite) sihtnäitajate valiku meetoodika. Sõltuvalt valdkonnast (nt teaduse rahvusvahelistumine, ühiskondlik mõju vms) võib võimalikke sihtnäitajaid olla mitmeid, niisiis oleks vaja mingit süsteemsemat lähenemist näitajate valikule, mis põhineks mingitel põhjendatud kriteeriumitel. Siinkohal tuuaksegi välja üks selline võimalik meetoodika. Lisaks meetoodikale tuuakse ära mõned näited selle praktilisest rakendamisest Eesti innovatsioonipoliitikas teatud valdkodades (teaduse rahvusvahelistumine ning ettevõtete ja ülikoolide koostöö), lähtudes Eesti vajadustest, olukorrast, statistika kättesaadavusest jne. Lisaks on seda meetoodikat ka testinud erinevad Eesti TAI valdkonna poliitikakujundajad<sup>48</sup>. Kuigi antud meetoodika kasvas välja vajadusest nõustada Haridus- ja Teadusministeeriumi TA strateegia koostamist, on see samamoodi kasutatav konkreetsete poliitikameetmete sihtnäitajate valikul. Rõhutame, et iga indikaatori valikul on ikkagi vaja teada, mis on selle indikaatori kasutamisel poliitika eesmärk, ja alles sellest lähtuvalt on võimalik valida indikaatoreid. Ei ole võimalik indikaatoritest tuletada eesmärki, vaid eesmärgile on võimalik leida sobivad sihtnäitajad. Siinkohal on vähemalt eesmärgiks esitada valiku meetoodika piisavalt detailselt ja üldarusaadavalt, et erineva taustaga inimesed suudaksid selle kasutamisel jõuda enam-vähem samasugusele tulemusele.

Käesoleva meetoodika koostamist on mõjutanud mitmed allikad, mis käsitlevad tulemuslikkuse mõõtmist ja juhtimist (sh Wholey *et al.* 2010; Armstrong 2009).

### **4.2. Mõõdikute valiku abivahendi tutvustus**

Abivahend mõõdikute (ehk indikaatorite) valikuks on loodud peamiselt kolmel eesmärgil. Esiteks peab see suunama mõõdikute selektsiooni, tähtsustades mõõdikute kõige olulisemaid omadusi, mis aitavad valiku protsessi suunata mõõdiku nõ üldise sobivuse suunas. Sõltumata mõõdiku kasutusvaldkonnast või iseloomust peab see vastama teatud tingimustele, kus selle vastavuse hinnang antakse skooriga vahemikus 1-10. Teiseks peab see võimaldama alternatiivsete mõõdikute võrdlust, selekteerimaks nende hulgast suhteliselt parimat. Kolmandaks, mis on samas esimese kahe eesmärgi tagajärg, annab

---

<sup>48</sup> Detailsemalt arutati käesolevat meetoodikat Haridus – ja Teadusministeeriumis toimunud kokkusaamistel, sh. on käesolevat meetoodikat testinud Haridus – ja Teadusministeeriumi ning Eesti teadusagentuuri esindajatest moodustatud teaduse rahvusvahelistumise indikaatorite töörühm.

see võimaluse sellist subjektiivset valikut operatsionaliseerida, muuta see kontrollitavaks ja objektiivsemaks, mis omakorda teeb kogu valiku protsessi läbipaistvamaks.

Hinnanguteks kasutatakse kümnepallisüsteemi, kus kümme tähistab hinnatava omaduse parimat võimalikku taset ja üks vastavalt halvimat. Selleks, et mõlemad eelmainitud eesmärgid saaks täidetud, tuleb hinnanguskaala siduda mingite objektiivse(ma)te kriteeriumitega, mida alljärgnevas ka tehakse. Abivahend koosneb kolmest omaduste rühmast ja viiest omadusest. Omaduste rühmadest on tähtsaim esimene. Kui indikaator ei vasta selles rühmas toodud kriteeriumite miimumnõuetele, siis ei ole selle rakendamine mõistlik.

#### **4.2.1. I omaduste rühm: valiidsus ja usaldusväarsus**

Esimese rühma moodustavad kaks omadust - valiidsus ja usaldusväarsus. Need on valitud kõige tähtsamateks, sest puudused nendes omadustes ei võimalda mõõdikuid sihtotstarbeliselt kasutada, mistõttu ei oma ka teiste kriteeriumite hindamine enam tähtsust. Valiidsus tähendab, et mõõdik mõõdab nimelt seda, mida tahetakse, et ta mõõdaks; usaldusväarsus tähendab, et korrates mõõtmisi erinevate inimeste poolt ning erineval ajal, saab sama tulemuse (s.t. see oleks replikeeritav). Praktilise näitena, valiidsus tähendab täpsuslaskuri puhul täpset sihikut, usaldusväarsus tähendab kindlat kätt, kus iga järgnev lask tabab märklauas sama punkti. Et need on kõige tähtsamad omadused, tuleb neile kehtestada ka mingi miimumskoor. Hinne alla minimaalse tähendab, et vastav mõõdik jäetakse valikuprotsessist kõrvale. Toodud kahe omaduse võrdluses on suurem tähtsus omistatud valiidsusele, st sihik peab olema paigas. Tulemused võivad märklauas küll hajuda ümber keskpunkti (usaldusväarsuse probleem), aga see keskpunkt ühtib märklaua keskpunktiga (tulemused ei hälbi süstemaatiliselt). Vastupidine võimalus (madal valiidsus, kõrge usaldusväarsus) on selline, kus tulemused märgatavalt ei haju, aga tulemuste keskpunkt ei ühti märklaua keskpunktiga. Seda omaduste kombinatsiooni hinnatakse madalamalt. Valiidsust saab statistikas iseloomustada süstemaatilise ja usaldusväarsust juhusliku veaga. Siin hinnatakse riskantsemaks süstemaatilist viga. Juhuslikku viga saab vähendada (usaldusväarsust tõsta), kaasates indikaatorite valiku protsessi rohkem hindajaid, kuid süstemaatilist viga saab vähendada ainult siis, kui viga (selle suurus ja suund) on teada. Et indikaatorite valikul see nii ei pruugi olla, tähendab süstemaatiline viga suurt riski, et valitakse ebaadekvaatne mõõdik.

Iga rakendatav indikaator tähendab sellega kaasnevat kulu, mis võib olla märkimisväärne. Lisaks otsesele rakendamise kulule tuleb arvestada kahjudega, mis tekivad juhul, kui valiidsus ei ole tagatud.

Kui valiidsus puuduks, siis ükskõik kui head oleksid teised omadused, on kõik selle indikaatoriga seotud järgnevad tegevused lihtsalt raisatud ressurss, lisaks veel kahju, mis tekib tõesena arvestatud valeinformatsiooni rakendamisest. Seega nõutav miinimumhinne peab olema piisavalt kõrge, tagamaks seda, et järgnevad tegevused ei oleks otsene kadu. Niisiis kehtestame antud omaduse jaoks nõutavaks miinimumiks hinde 5. Selline hinne tuleneb seotud kriteeriumitest (vt alljärgnevalt Tabel 4.1), kus oluline on põhjusliku seose olemasolu mõõdiku ja mõõdetava nähtuse vahel. Usaldusväärse miinimumile kehtestame madalama minimaalselt nõutava hinde, 3.

Järgnevalt on mõlema omaduse hindekskaalad seotud valitud objektiivsete kriteeriumitega, tagamaks üldist sobivust. Selleks kasutame kahte kriteeriumit: mõõtmise iseloom ja seos mõõdetava objektiga. Mõõdiku väärtuse võib saada mingil objektiivsel ja vahetul mõõtmisel, nt mõõdulindiga objekti pikkust mõõtes. Objektiivne on ka nt ettevõtte toodangu kogus, mida võib mõõta mingi automaatse seadmega, sellisel juhul ei sõltu tulemus subjektiivsetest asjaoludest. Ka makrotasandi majanduse kogutoodang, mis on summeeritud ettevõtete andmetest, on objektiivne näitaja (kuigi see näitaja on samuti ilmselt mõõtmisvigadega seoses varimajanduse olemasoluga). Teiseks võib objekti pikkuse saada ka mingi arvamusküsitluse tulemusena. See on subjektiivne hinnang ja kindlasti vähemtäpne kui mõõdulindiga mõõdetud tulemus. Samuti konkreetse inimese arvamus ei pruugi olla üldse isikliku kogemuse kaudu saadud, see võib omakorda tugineda kolmandatelt osapooltelt kuulnud hinnangutele, mis teeb selle ka kaudseks. Lisaks peab mõõdik olema seotud selle eesmärgiga, mille täitmise hindamiseks teda kasutatakse. Selle seose iseloom on valiidsuse kolmandaks kriteeriumiks. Nende kolme kriteeriumiga on seotud alljärgnevas tabelis (vt tabel 1) valiidsus.

**Tabel 4.1.** Valiidsuse hindekskaala

Valiidsuse skoor	Mõõtmise iseloom	Seos mõõdetava objektiga	Seos eesmärgiga
9-10	objektiivne	vahetu	Otsene, selgelt põhjuslik
7-8	objektiivne	vahetu	Otsene, põhjuslikkus läbi mingi täiendava ahela, millega kaasneb täiendav määramatus
5-6	objektiivne	kaudne	Kaudne, põhjuslikkus on olemas
3-4	subjektiivne	kaudne	Kaudne, põhjuslikkus oletatav, kuid mitte tõendatud
1-2	subjektiivne	kaudne	puudub

Kogu hinnanguskaala on jagatud viieks võrdseks vahemikuks – kvintiiliks (s.t. skoor 1-2, 3-4 jne), lihtsustamaks üldise sobivuse hindamist. Kvintiili sisene, täpsem eristamine on vajalik suhtelise paremuse hindamiseks, kus hindaja järjestab sarnaste omadustega võrreldavad mõõdikud täpsemalt,

sest üldjuhul on alati võimalik omavahelist järjestust määrata. Näiteks mõlemad võrreldavad mõõdikud on ülemises kvintilis, kuid üks on ikkagi hinnatav kui selgema seose ja täpsemalt määratletud põhjuslikkusega, mistõttu saab hindeks 10.

Olgu meil nt majanduse makrotasandi näitaja „SKP elaniku kohta“, mida tahetakse kasutada tulemusmõõdikuna mingis programmis, mis peaks elanike heaolu suurendama. Antud mõõdik on objektiivne, kuid seos objektiga on kaudne, vahetult elanike heaolu sellega hinnata ei saa. Kaudne seos tähendab, et seosed on saadud mingite täiendavate tegurite vahendusel, mis võivad hindajale ka teadmata olla. Objektiivsus ja kaudsus tähendavad, et selle näitaja skoor saab olla vahemikus 5-6. Lisaks veel seos eesmärgiga, mis saab olla kaudne, sest nagu märgitud, ei arvesta see näitaja otseselt heaolu. Põhjuslikkus on samas olemas, suurem SKP elaniku kohta seostub suurema heaoluga (seos siiski komplitseeritud). Antud mõõdik vastab seega valiidsuse osas miinimumnõuetele, et seda üldse kasutada. Alternatiivide korral võimaldaks vahetu võrdlus täpsemat selektsiooni. Näiteks võiks alternatiiviks olla mingi kogurikkuse näitaja, mis saadakse erinevate registrite (kinnistusraamat, väärtpaberiregister, liiklusregister jne) info alusel.

Teine antud rühma kuuluv omadus on usaldusväarsus. Usaldusväarsus, nagu ülalpool juba selgitatud, seostub tulemuste hajuvusega. Usaldusväarsuse hindamisel saab kasutada praktiliselt samu kriteeriume nagu valiidsuse korral. Kasutame kahte kriteeriumi, millest esimene on hindamise ja hinnatava nähtuse iseloomustamiseks, teine mõõdiku seosest hinnatava nähtusega. Usaldusväarsust mõjutab hindamismetoodika, mille jaotame objektiivseks ja subjektiivseks. Objektiivne mõõtmine on üldjuhul usaldusväärsem. Mõõdulindiga mingi objekti pikkuse mõõtmine annab väiksema hajuvuse kui küsitlused, mis on mõjutatud vastajate tujudest, vaimsetest võimetest, isegi küsimuse mõistmisest (vt nt Bertrand, Sendhil 2001). Näitena Eesti TA statistikast, paljud ettevõtted on raporteerinud oma T&A kulutuste suuruseks innovatsiooniuringus ja T&A uuringus üsna erinevaid numbreid (vt Heinlo 2006). Kaudne mõõtmine on üldjuhul suurema hajuvusega, sest täiendavad tegurid ja seosed suurendavad juhuslikku viga.

Lahutame hindamise ja hinnatava nähtuse kaheks omaduseks, objektiivseks ja subjektiivseks. Objekti pikkust mõõdulindiga mõõtes on mõõtmine objektiivne, ning objekti pikkus samuti, sest see ei sõltu mõõtmist teostavast subjektist. Igasugune rahulolu on samas subjektiivne nähtus, sõltudes otseselt subjektide omadustest. Rahulolu võib hinnata objektiivselt ja vahetult, küsitledes inimesi mingi tunnustatud metoodika alusel. Samas võib seda teha ka subjektiivselt, ekspertide hinnanguna mingi

sihtgrupi rahulolule, kui muud võimalused pole kättesaadavad. Lisaks võib see olla kaudne, kui otsest avaldumisvormi ei olegi, vaid ainult läbi mingi muu tegevuse, mis omakorda kirjeldab hinnatavat nähtust suure juhuslikkusega. Näiteks kvaliteet võib olla subjektiivne, kui see seostub mingite mittemateriaalsete omadustega, nt kasutusmugavusega. Koostöö mõõdik võib olla mingi subjektiivse nähtuse baasil teostatud, põhinedes näiteks vastastikusele meeldivusele või suhtlusele.

Kirjeldatud kriteeriumid tuleb seostada hineskaalaga. Kui mõõtmine on objektiivne ning mõõdetav nähtus samuti objektiivne ja mõõdik on seotud hinnatava nähtusega vahetult, siis on saadud tulemus kõrgeima usaldusväärsusega. Sellisel juhul on suur tõenäosus, et sõltumatu osapoole teostatav kontrollhindamine annab sama tulemuse. Vähim usaldusväärsus on juhul, kui mõõdetav nähtus on subjektiivne, seda hinnatakse subjektiivselt ja kasutatakse vahendajana mingit muud nähtust. Ülejäänud seosed hineskaalaga saab esitada järgmiste kombinatsioonidena (vt Tabel 4.2). Siin seose kriteeriumi osas omaduste kombinatsioonid ei jagune ühtlaselt kõikidele vahemikele, seega suhtelise paremuse selgitamiseks peab hindaja suutma vahemike sees võrreldavaid mõõdikuid eristada.

**Tabel 4.2. Usaldusväärsuse hineskaala**

skoor	Hindamine ja hinnatav nähtus	Mõõdiku seos hinnatava nähtusega
9-10	objektiivne/objektiivne	vahetu (10); (kaudne (9)
7-8	subjektiivne/objektiivne	vahetu (8); kaudne (7)
5-6	objektiivne/subjektiivne	vahetu
3-4	objektiivne/subjektiivne	kaudne
1-2	subjektiivne/subjektiivne	kaudne (1); vahetu (2)

Siin võib näitena tuua eelmise omaduse juures kasutatud heaolu näitajat – „SKP elaniku kohta“. Selle näitaja hindamine on küll objektiivne, kuid heaolu ise kuulub siiski subjektiivsete nähtuste hulka, mis kahandab selle usaldusväärsuse skoori. Ja valitud mõõdik ei ole otseselt heaoluga seotud, seos saab olla parimal juhul kaudne. Nende kriteeriumite alusel saab nimetatud mõõdiku paigutada usaldusväärsuse hineskaalal vahemikku 3-4. Selline skoor tähendab miinimumnõude täitmist, mistõttu võimalusel tuleks ka sobivamaid mõõdikuid otsida.

#### **4.2.2. II omaduste rühm: kasutamise ökonoomsus**

Siin rühmas on üks liitomadus – ökonoomsus, mis koosneb kahest kriteeriumist: algandmete saadavusest ja nende töötlemise kulukusest. Saadavus näitab, mil määral vastavaid andmeid on kogutud ja nende kättesaadavust. Töötlemise kulukus iseloomustab ressursivajadust, viimaks neid andmeid lõppkasutajale sobivale kujule.



**Tabel 4.3.** Ökonoomsuse hindekskaala

skoor	Algandmete saadavus	Töötlemise kulukus
9-10	Andmed on olemas ja ligipääs tagatud	Täiendavat töötlust ei vaja, andmed on lõppkasutajale sobival kujul
7-8	Andmed on olemas ja ligipääs tagatud	Lõppkasutajale sobivale kujule viimine vajab täiendavat töötlust, kuid töötluste meetodika on olemas
5-6	Andmed on olemas, kuid välisele vaatlejale ligipääs piiratud (ettevõttesisene nt)	Lõppkasutajale sobivale kujule viimine vajab täiendavat andmetöötlust, kuid töötluste meetodika on olemas
3-4	Andmeid on kogutud osaliselt, saadavus piiratud	Tuleb hankida sobiv meetodika andmerea tühikute täitmiseks ning lõppkasutajale sobivale kujule viimiseks
1-2	Andmeid ei ole kunagi kogutud	Tuleb organiseerida andmekorje ja luua meetodika nende töötlemiseks

Tabel 4.3 näitab, et maksimaalse skoori korral täiendavat kulu ei ole, andmed on olemas, kättesaadavad ja töötlust ei vaja. Minimaalse skoori korral jällegi on kulu maksimaalne, sest andmed puuduvad, samuti puudub nende töötlemise meetodika. Siin kehtestame minimaalseks skooriks 3, et mitte alustada tööd tühjal lehelt. Kuigi konkreetne hinne võib mõnel juhul oleneda indikaatori kasutaja soovist ja valmisolekust kulutada ressursse andmete viimiseks sobivale kujule või uute andmete kogumiseks vms, siis tuleb arvestada, et täiesti uus mõõdik nõuab aega selle töökindluse testimiseks jne, niisiis mingi poliitikaeesmärgi täitmist mõõdva indikaatori valikul tuleks ikkagi lähtuda olemasolevatest indikaatoritest (mis ei välista siiski indikaatorite-alast arendustööd). Seega, üldjuhul, vältimaks alustamist täiesti algusest, tuleks otsida alternatiive. Aga paljuski sõltub kõik konkreetsest olukorrast, sest mõne olulise mõõdiku korral tulebki kõike tühjal lehelt alustada, kui selline on kasutaja soov ja eelarve seda võimaldab. Antud omaduste rühm erineb teistest, sest ei vaja hinnanguks korrektselt sõnastatud poliitikaeesmärke. Kasutades eelmist näidet, siis „SKP elaniku kohta“ on ökonoomsuse osas kõrgeima hindega, sest andmed on olemas ja ligipääsetavad kõigile ning täiendavat töötlust ei vaja.

#### **4.2.3. III omaduste rühm: kasutamise kvaliteet**

Antud rühma omadused iseloomustavad mõõdiku kasutamise kvaliteeti, mille all mõeldakse siin vastavust kasutaja nõuetele. Kasutajate nõuded kokkuvõtlikult tähendavad, et mõõdikut suudetakse rakendada ja see avaldab olulist mõju tulemustele. See on hinnatav kahest aspektist, milleks on rakenduse lihtsus ja avaldatav mõju. Rakenduse lihtsus näitab mõõdiku sobivust kasutajatega (nende teadmised, oskused, harjumused, võimalused jms). Avaldatav mõju seostub mõõdiku rakendamise tagajärgedega. Siin võib silmas pidada tulu-kulu printsiipi. Mõõdiku rakendamisega kaasneb alati mingisugune kulu, millega peaks kaasnema ka vähemalt samaväärne tulu. Tulu aspektist võib mõõdiku

mõju iseloomustada programmi kontekstis kahes mõõtkavas, lokaalses ja globaalses. Mõõdiku lokaalne mõju iseloomustab tema võimet reguleerida selle protsessi (ahela) tööd, kuhu ta on lülitatud. Globaalne mõju seostub selle protsessi mõjuga programmi tulemustele. Mõjus mõõdik eeldaks mõlemat, nii lokaalset kui globaalset mõju. Siin saab eristada lihtsalt mõõdikut võtmenäitajast (sisemine viide KPI-de definitsioonile). Lihtsalt mõõdik võib olla küll adekvaatselt disainitud ja lokaalse mõjuga, aga mõõdikut sisaldav protsess ise on marginaalse tähtsusega, st programm toimiks ka ilma selle mõõdikuta. Näiteks on rakendatud mingi sisendipõhine mõõdik, tööjõukulu mõõtmiseks mingis tugiprotsessis. Samas lihtne protsessiinnovatsioon võimaldaks sellest tugiprotsessist üldse loobuda, ilma et programmi tulemused halveneksid. Mistõttu mõõdiku rakendamine ei ole üldse põhjendatud. Selmet mõõdikut valida, tuleks hoopis protsesse täiustada. Tähendab, antud abivahend võiks hindajate tähelepanu ka sellele aspektile juhtida.

Siin rühmas on kaks kriteeriumit, mis tuleb seostada hindekskaalaga. Esimest hinnatakse kasutajate, teist programmi seisukohast. Rakenduse lihtsus (vt tabel 4) eeldab *a priori* täpsemat teadmist kasutajatest, nt nende hariduse ja töökogemuse taustast. Kriteeriumi täpsemaks seostamiseks hindekskaalaga on seda veel täiendatud, koolituse vajadusega. Antud kriteeriumi eripära on selles, et see on üldjuhul arendatav. Lihtsalt tuleb arvestada saadud tulemusi ja hinnata kaasnevat rakenduskulu.

**Tabel 4.4.** Rakenduse lihtsuse hindekskaala

skoor	Rakenduse lihtsus
9-10	Kasutajad mõistavad üheselt, arusaamine on adekvaatne, täiendav koolitus pole vajalik
7-8	Kasutajad valdavalt saavad aru, tõlgenduses esineb erinevusi, piisab lühikesest selgitavast juhendist
5-6	Arusaamine on valdavalt olemas, tõlgenduses on olulisi lahknevusi. Vajalik on koolitus, milleks vastuvõtlikkus on piisav
3-4	Arusaamine nõrk, tõlgendus on erinev; samas vastuvõtlikkus on koolitamiseks piisav
1-2	Mõõdiku sisu arusaamatu, tõlgendus erinev. Vastuvõtlikkus koolituseks ebapiisav

Nagu ülaltoodud tabelist järeldub, peaks miinimumskoor antud kriteeriumil olema vähemalt 3, et mõõdiku rakendamine omaks mõtet. Hinnates eelnevalt näitena kasutatud mõõdiku „SKP elaniku kohta“ rakenduse lihtsust, saab selle paigutada ülemisse kvintiili, vahemikku 9-10, sest tõenäoliselt mõistetakse seda üheselt ja täiendavat koolitust ei vajata.

Teine kriteerium on seotud mõõdiku mõjuga. See ei ole arendatav, mistõttu tähtsus on suurem kui rakenduse lihtsusel. Avalikus sektoris on mõõdikute kasutamisega seotud agendiprobleem, kus mõõdiku rakendajal (ametnikul, meedet haldaval organisatsioonil) võivad olla teised eesmärgid kui avalikkusel. Näitena rakendatakse tihti sisendipõhiseid mõõdikuid, kus edukam on see, kes rohkem kulutab. Sellised mõõdikud viivad ressursside raiskamiseni. See tähendab, et mõõdiku mõju käitumisele ja arengule on tegelikkuses vastupidine avalikkuse soovidega. Selliseid valikuvõimalusi peaks minimeerima. Samas võib siin tekkida vastuolu valiidsuse kriteeriumiga. Kui eesmärk on võetud selline, mis viib raiskamiseni (nt eesmärk suurendada sisendit), siis valiidsus mõõdik mõjutabki käitumist raiskamise suunas.

Niisiis peaks antud kriteerium olema täiendavaks kontrolliks, et kasutamise kvaliteet ei seostuks omadustega, mida avaliku sektori arengus nähakse negatiivsena. Kaks olulist, avaliku sektori toimimist iseloomustavat omadust on efektiivsus ja tõhusus. Efektiivsus ehk mõjususe on peamine, tõhusus on sellega kaasnev näitaja. Sest ilma mõjuta on kogu ressurss raisatud (kulu ilma tuluta) ja eraldi tõhususe hindamine mõtet ei oma. Kõikvõimalikud poliitikaeesmärkide teostamiseks rakendatavad programmid peaksid kas mõjusust või tõhusust, või ka mõlemat, suurendama. Mõju/tõhususe muutmine on seotud arengu (indiviidi, organisatsiooni) ja käitumisega, sest käitumist muutmata on raske eeldada mingit arengut. Rutiinselt samu protseduure korrates ei saa tulla erinevat tulemust. Kvaliteetne indikaator on selline, mille rakendamine mõjutab käitumist ja arengut, mis omakorda viib mõjususe/tõhususe kasvule. Siin tuleb samas vaikimisi eeldada, et programm mõjutab avaliku sektori toimimist soovitud suunas, sest indikaatori osas saame hinnata selle mõju programmile. Seega, kui indikaator mõjutab programmi efektiivsust/tõhusust, siis ilmselt (programmi korrektse disaini korral) on sel indikaatoril sarnane mõju ka avalikule sektorile. Tähendab, vaikimisi võrdsustame programmi ja avaliku sektori. Kõlbliku indikaatori korral peab selle mõju olema kindlasti positiivne, mis viib efektiivsuse/tõhususe kasvule. Mõju skoor (vt Tabel 4.5) peaks olema miinimumväärtusega vähemalt 5, mõõdik peaks omama ka programmi tasandil mõju efektiivsusele/tõhususele. Ainult kõrgeim kvintil mõju skooris tähistab võtmenäitajat, sest võtmenäitaja unikaalsust arvestades peabki sõel tihe olema.

**Tabel 4.5.** Mõju hindekskala

skoor	Mõju ulatus ja tähtsus
9-10	Kogu programmi toimimise jaoks kriitilise tähtsusega, teised indikaatorid ei asenda. Ilma selleta puudub adekvaatne teave olukorrast ja võimatu juhtida
7-8	Kogu programmi jaoks mõju positiivne ja oluline, aga mitte kriitiliselt. St, mingil määral asendatav teiste indikaatoritega
5-6	. Mingi protsessi jaoks kindlalt oluline. Kogu programmi jaoks mõju hinnanguliselt samuti positiivne
3-4	Mõjutab konkreetset protsessi, aga programmi jaoks väheoluline, kaaluda alternatiive
1-2	Mõju konkreetsele protsessile ebaselge, programmi jaoks ebavajalik

Hindame ka näitena toodud heaolu suurendamise programmi mõõdikut „SKP elaniku kohta“. Selle võib paigutada vahemikku 7-8, päris kriitilise tähtsusega see siiski ei ole. Leiaks ka muid lähendeid heaolu hindamiseks, nt keskmine sissetulek.

Tihti kasutatakse tulemusindikaatoritena mitmesuguseid sisendipõhiseid mõõdikuid, põhjenduseks sobiva tulemusindikaatori puudumine. Sisendipõhine mõõdik iseenesest ei ole kuidagi negatiivse tähendusega, sest selle alusel saab hinnata tõhusust. Probleem tekib aga juhul, kui sisendipõhine mõõdik võetakse tulemusindikaatori parimaks lähendiks, selmet sobivat mõõdikut otsida. Soodustavaks teguriks on siin ka sisendipõhiste mõõdikute lihtne saadavus. Näitena, kasutades EL-i toetatava programmi tulemusmõõdikuna kulutatud raha hulka või selle osakaalu eelarvest, ei saa seda mõju osas miinimumväärtusega hinnata. Kulutatud raha hulk ei seostu otseselt mõjuga ja selle suurendamine kindlasti vähendab tõhusust. Loogilise mudeli kirjeldatav põhjuslike seoste ahel saab rikutud, kui sisendi kulu, mis moodustab algselt piirangu, muutub hoopis maksimeeritavaks tulemuseks.

#### **4.3. Indikaatorite valiku metoodika rakendamine**

Järgnevalt teeme läbi kaks näidet, kus rakendame antud metoodikat Eesti TAI strateegia indikaatorite valikuks. Valitud on kaks valdkonda, esiteks ülikoolide ja ettevõtete koostöö ja teiseks teaduse rahvusvahelistumine. Tegemist on valdkondadega, mis on Eesti TAI poliitikas saanud palju tähelepanu, potentsiaalselt kasutatavaid indikaatoreid oleks mitmeid ning samas sobivaima valik pole lihtne, triviaalne (erinevatel põhjustel ideaalset näitajat ei ole, mida võib samas öelda ka enamuse muude valdkondade kohta). Haridus- ja Teadusministeeriumi konsulteerimise raames

#### 4.3.1. Ettevõtete ja ülikoolide koostöö indikaatorid

Ettevõtete ja kõrgkoolide koostöö indikaatori määratlemisel tuleks alustada sellest, et mis on TAI strateegia tasandil ettevõtete ja kõrgkoolide koostöö eesmärgiks. Järgnevalt käsitletavad indikaatorid on valitud ühest võimalikust eesmärgist: suurendada ettevõtete ja kõrgkoolide teadus- ja arendusalast koostööd, et pikemas perspektiivis suurendada ettevõtete tootlikkust (nt läbi tehnoloogia ülekandumise). Sellest lähtuvalt on indikaatoriteks järgmised alternatiivid:

- 1) Kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuskulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt (Eesti Statistikaamet, Eurostat). Tegemist on ilmselt sisendnäitajaga. Täiendav selgitus oleks järgmine. Teadus- ja arendustegevus (T&A) on loov ja süstemaatiline töö, mille eesmärk on uute teadmiste saamine, kaasa arvatud inimest, kultuuri ja ühiskonda puudutavad teadmised, ning nende teadmiste rakendamine. Eristamaks teadus- ja arendustegevust muust samalaadsest tegevusest, mida võivad teha samad töötajad, on põhikriteeriumiks uudsus ja algetapil teadus- või tehnoloogilisele probleemile lahenduse puudumine. Siia alla kuuluvad T&A kulutused, mis on tehtud Eestis asuvatelt ettevõtetelt laekunud tellimustööde tasust, lepingutasust, sponsorsummadest jms. (Eesti Statistikaamet)
- 2) Teadusasutuste ja ettevõtete koostööprojektide rahaline maht aastas (baasfinantseerimise andmetel) – sisendnäitaja. Täiendav selgitus oleks järgmine. Baasfinantseerimise meetmes tekkepõhiste tulude arvestamise eesmärk oli ja on siiani finantseerida teadus- ja arendusasutusi täiendavalt selle eest, et oma tulemusliku tegevusega suudetakse riigieelarve perioodiliste laekumiste arvel tehtava teadus- ja arendustöö kõrval osutada teadus- ja arendustegevuse teenust era- ja avalikule sektorile, teiste sõnadega olla oma kompetentsi ja oskustega majandusele ja ühiskonnale kasulik. Kokkuvõtva terminina võib seda tegevust nimetada teadusteenuse osutamiseks. Tulu, mida arvestatakse, on saadud alus- ja rakendusuringute või arendustegevuse läbiviimise eest. Konkreetse töö tellijaks ning teenuse osutamisel tulemuse kasutajaks või põhiliseks kasusaajaks sellest on kolmas isik või asutus, mitte teadus- ja arendusasutus, mis teaduslikku tegevust läbi viis. (Teadus- ja arendusasutuste baasfinantseerimise määramise tingimused ja kord 2011)
- 3) Ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle (*Global Competitiveness Survey*) – tegevus (subjektiivne). Tegemist on innovatsiooniuringu küsimusega, kui oluline oli vastav teabeallikas ettevõtte innovatsioonilises tegevuses, ja sellel on neli võimalikku vastusevarianti („Kõrge“, „Keskmine“, „Madal“, „Ei kasutanud“).

- 4) Innovaatiliste ettevõtete osakaal, kes teevad Eesti kõrgkoolidega innovatsioonialast koostööd (CIS) – tegevus (subjektiivne). Tegemist on küsimustikus indikaatornäitajaga (kas koostöö on olemas või mitte).
- 5) Avaliku ja erasektori ühispublikatsioonid (*Innovation Union Scoreboard*) – väljundinäitaja. Siinkohal võib jälle olla küsimus selles, et antud näitaja mõõdab ainult osa vastava koostöö väljundist, ja enamasti tõenäoliselt ei ole ettevõtete ja ülikoolide koostöö tasemeks ühispublikatsioon.

Ettevõtete ja kõrgkoolide koostöö puhul ei ole hetkel head indikaatorit koostöö tulemuste kohta. Samuti ei koguta hetkel üleriigiliselt selliseid andmeid, mis kuidagi ettevõtete ja kõrgkoolide koostöö tulemust võimaldaksid hinnata. Siin oleks lahenduseks hakata koguma mõlema koostööpartneri hinnangut ja tagasisidet omavahelistele koostööprojektidele, nende väljunditele, tulemustele ning olnud või tulevale mõjule. Alljärgnevas tabelis on siis esitatud valitud indikaatorite puhul antud hinnangud eri kriteeriumite lõikes.

**Tabel 4.6** Ettevõtete ja ülikoolide vahelise koostöö indikaatorite hindamine

Näitaja seos protsessiga (sisend / tegevus / väljund, tulemus)	Sisend	Sisend	Tegevus	Tegevus	Väljund
kriteerium	1. Kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuskulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt (Eesti Statistikaamet, Eurostat)	2. Teadusasutuste ja ettevõtete koostööprojektide rahaline maht aastas (baasfinantseerimise andmetel)	1. Ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle (Global Competitiveness Survey)	2. Innovatiivsete ettevõtete osakaalu kasv, kes teevad Eesti kõrgkoolidega innovatsioonialast koostööd (CIS)	3. Avaliku ja erasektori ühispublikatsioonid (Innovation Union Scoreboard)
valiidsus, usaldusväarsus (1-10)					
valiidsus (min 5)	6	5	4	4	4
usaldusväarsus (min 3)	8	6	4	4	4
ökonoomsus (1-10)					
algandmete saadavus ja töötlemise kulukus (min 3)	10	9	10	8	10

Näitaja seos protsessiga (sisend / tegevus / väljund, tulemus)	Sisend	Sisend	Tegevus	Tegevus	Väljund
kasutamise kvaliteet (1-10)					
rakendamise lihtsus (min 3)	9	8	8	8	8
mõju (min 5)	6	3	5	4	3
	7.5	5.9	5.8	5.2	5.4

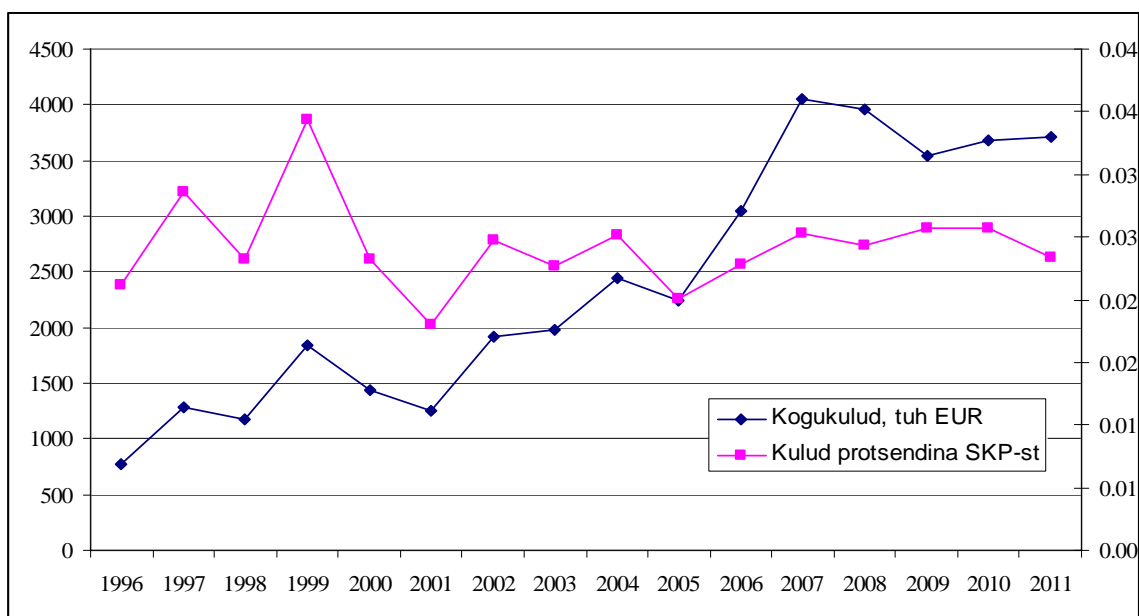
Allikas: raporti autorite koostatud

Alljärgnevalt on toodud mitmesugused täiendavad kommentaarid ja põhjendused antud tabeli täitmise kohta toodud viisil ja tulemustel. Numbrid viitavad seejuures indikaatoritele (nt 2 on Teadusasutuste ja ettevõtete koostööprojektide rahaline maht aastas)

- **Valiidsus.** 1. Otsene seos SKP-ga puudub. Samas on siin oluline ettevõtete rahastus, mis võib motiveerida tulemusele. 2. Pole rahvusvaheliselt võrreldav. Otsene seos SKP-ga puudub. On kõrgkooli tulud, mis tulevad erinevatest lepingutest (ka avalikust sektorist). 3. ja 4. Subjektiivne. 5. Pole selget seost programmi eesmärgiga. Tulemuslik ettevõtte ja kõrgkooli koostöö ei pruugi lõppeda ilmtingimata teadusliku publikatsiooniga.
- **Usaldusväärsus.** 1 ja 2. rahaline maht on kaudne hinnang koostööprojektile, adekvaatsem oleks projekti tulemus (tegelik/planeeritud).
- **Mõju.** 1. Võtmetähtsusega on siin ettevõtete rahastus. Kui ettevõtte ise maksab, siis on loota, et tahetakse sisulist tulemust saavutada. 2. Kui riik rahastab, siis see viib raiskamiseni. 4. Selle prioriteediks tõstmine võib viia ebasoovitavate tagajärgedeni, kus oluline on ainult partnerite arv, mitte suhte sisu. 5. kui ühispublikatsioonid kasvavad, näitab see mingi protsessi efektiivsemat toimimist. Kas see aga üldiselt rahvamajandusele positiivse mõjuga on või viib hoopis tupikusse, on selle indikaatori alusel ebaselge. Sest publikatsioon ise pole väärtus omaette, selle rakendamisest saadav väärtus maksab.

Antud alternatiivide seast kujunes seega sisendite poolest kõrgeima skooriga indikaatoriks „Kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuskulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt“ (Eesti Statistikaamet, Eurostat) ja väljundite või tulemuste poolest „Ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle“ (The Global Competitiveness Report 2010-2011, 2010).

Järgnevalt vaadeldakse lähemalt nende kahe näitaja ajalist dünaamikat Eestis ning võrdluses teiste riikide vastavate näitajatega. Vaatame esmalt näitajat „Kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuskulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt“. Joonisel 1 on välja toodud Eesti kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuse kulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt. Siit on näha, et kõige rohkem on ettevõtted rahastanud teadus- ja arendustegevust kõrgkoolides aastatel 2007 ja 2008. Mahulises mõttes on kulutuste trend kasvav. Vaadates aga kulutusi protsendina SKP-st, siis on näha, et see on Eestis olnud stabiilselt tasemel 0,02-0,03 protsenti (s.t. kulutuste kasv on toimunud üldiselt kooskõlas üldise SKP kasvuga), Euroopa Liidu liikmesriikides keskmisena umbes 3% (Eurostati andmed).



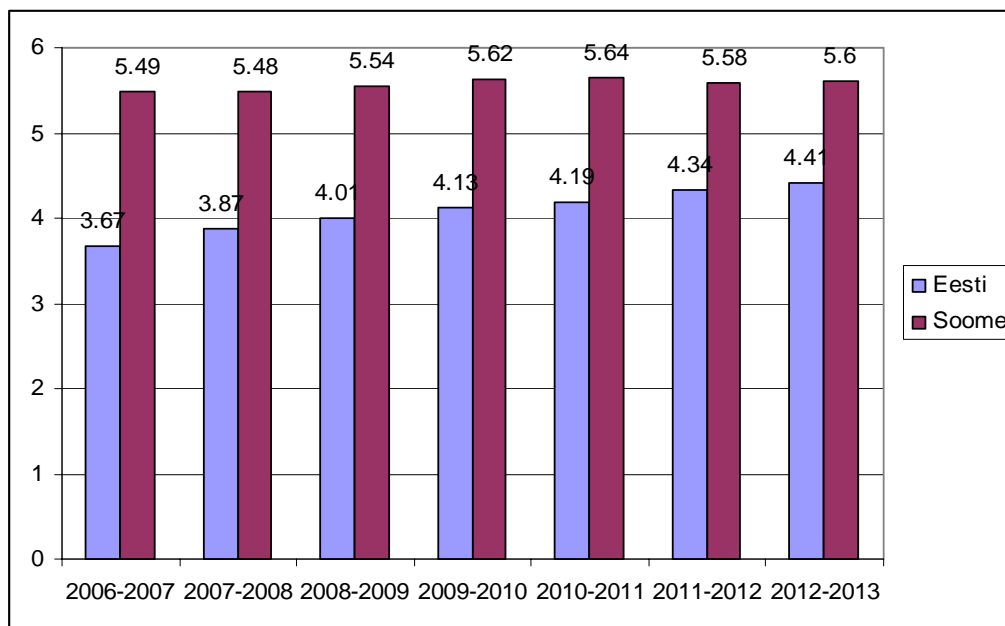
**Joonis 4.1** Eesti kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuse kulud, mis on rahastatud ettevõtete poolt

Allikas: Eesti Statistikaamet.

#### **Ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle**

Joonisel 2 on välja toodud Eesti ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle. Jooniselt on näha, et Eesti ettevõtete hinnang on koostööd kõrgkoolidega hinnanud aastate jooksul üha suuremaks. Tabelis 2 on välja toodud viimase perioodi hinnangud võrdluses teiste Euroopa Liidu riikidega.





**Joonis 4.2** Eesti ettevõtete hinnang ülikoolide ja ettevõtete teadus- ja arendusalasele koostööle

Märkus: skaalal 1-7, kus 1=ei tee üldse koostööd, 7=tehakse väga suurt koostööd) (*The Global Competitiveness Index 2006-2013* <http://www.weforum.org/issues/competitiveness-0/gci2012-data-platform/>).

#### 4.3.2. Rahvusvahelistumise indikaatorid

Indikaatorid sõltuvad soovitatavast eesmärgist ja sellest tulenevalt ka kasutatavast rahvusvahelistumise definitsioonist. Ühest küljest on tegemist tavapärase teadlase rahvusvahelise tegevuse vajaduse ja kasulikkusega (kokkusaamised, koostöö), teisalt jälle juhib riik seda soovitud suundades (kas siis kahe- või mitmepoolset tegevust soodustades). Tippteadus ei pea otseselt olema rahvusvaheline, samas tavateadus väikeriigis peab püüdlema rahvusvaheliste kontaktide poole just eesmärgiga tuua nn eesliini teadust koju (nii teaduses kui õppeotstarbel), ehk siis suund on pigem väljastpoolt sisse. Samas see eeldaks valdkonniti käsitlust, kuna keskmiste näitajate taha võivad peituda nii tugevalt kui ka nõrgalt rahvusvahelistunud teadusvaldkonnad. Tavapäraselt mõõdetakse rahvusvahelistumist neljas lõikes (publikatsioonid, teadlaste mobiilsus, finantseerimine ja võrgustikud).

**Tabel 4.7** Teaduse rahvusvahelistumise indikaatorite hindamine

Näitaja seos protsessiga (sisend / tegevus / väljund,tulemus)	väljund	väljund	sisend	sisend	sisend	?
kriteerium	1) Eesti autorite publikatsioonide osakaal 10% kõige tsiteeritumate publikatsioonide hulgas maailmas	2) Eesti autorite rahvusvaheliste koostööpublikatsioonide arv (nt. milj elaniku kohta - Sloveenia)	3) Välisdoktorantide osakaal kogu doktorantide arvust	4) Välisteadlaste osakaal teadlaste ja inseneride koguarvust	5) Väljaminevate ja sissetulevate teadlaste suhtarv (eesmärgiks tasakaalus ajude ränne)	6) 6-12 kuud välisülikoolis stažeerinud Eesti õppejõudude osakaal kogu õppejõudude arvust
<b>valiidsus, usaldusväarsus (1-10)</b>	Mõõdab rahvusvahelist nähtavust - väljund	Mõõdab r vah koostööd - väljund	Mõõdab TA järelkasvu rahvusvahelistumise teatud osa - sisend	Mõõdab Eesti teaduse rahvusvahelistumise teatud osa - sisend	Mõõdab teadussüsteemi stabiilsust r vah voogude mõttes - sisend	Mõõdab sisendit, aga mida täpselt (stažeerimine)?
Valiidsus (min 5)	8	8	6	6	4	4
Usaldusväarsus (min 3)	6	6	6	6	4	4
<b>ökonoomsus (1-10)</b>						
algandmete saadavus ja töötlemise kulukus (min 3)	8	8	7	7	2	4
<b>kasutamise kvaliteet (1-10)</b>						
Rakendamise lihtsus (min 3)	8	8	8	8	5	5
Mõju (min 5)	6	6	4	4	7	4
<b>skoor (1-10)</b>	7.2	7.2	6	6	4.3	4.1

Näitaja seos protsessiga (sisend / tegevus / väljund,tulemus)	sisend	sisend	sisend	sisend	sisend	väljund	sisend
kriteerium	7) Rahvusvaheliste teaduskoostöö projektide rahaline maht (baasfinantseeri mise andmetel)	8) Osalemine rahvusvahelistes suurtes teadustaristutes	9) TAI kogukulut used (GERD ja BERD)	10) Alternatiiv: välismaalt finantseeritud TAI kulutused (kokku, erinevates sektorites)	11) Eesti teadusasutuste ja ettevõtete (sh VKE) edukus ning osalemise maht EL teadus- ja arendustegevuse raamprogrammides	12) Eesti positsioon Innovation Union Scoreboard edetabelis	13) ERC grantide arv
<b>valiidsus, usaldusväärsus (1-10)</b>	Mõõdab sisendit	Mõõdab sisendit teatud valdkondades	Mõõdab sisendit	Mõõdab sisendit	Erinev tõlgendus võimalik	Erinev tõlgendus võimalik	Erinev tõlgendus võimalik
Valiidsus (min 5)	9	9	6	9	9	4	9
Usaldusväärsus (min 3)	6	6	4	6	6	2	6
<b>ökonoomsus (1- 10)</b>							
algandmete saadavus ja töötlemise kulukus (min 3)	9	4	9	9	7	9	7
<b>kasutamise kvaliteet (1-10)</b>							
Rakendamise lihtsus (min 3)	7	4	8	8	8	2	8
Mõju (min 5)	9	7	7	9	6	2	6
<b>skoor (1-10)</b>	8.2	6.5	6.6	8.3	7.3	4	7.3

Täiendavad kommentaarid tabelis 4.7. indikaatoritele antud hinnangutele oleks järgmised.

**Publikatsioonid:** 1) mõõdab teadussüsteemi rahvusvahelist nähtavust (mitte kvaliteeti) ja 2) rahvusvahelist teaduskoostööd (kuigi ettevõtete innovatsioonikoostööd kajastab vähem). Need on tavapärased teaduse tulemusi kitsamas mõistes mõõtvad indikaatorid, neil on erinevad puudused, kuid riigi taseme strateegias on suhteliselt hästi kasutatavad. ERA indikaatorites on kasutatud eraldi ka koostööpublikatsioone EL 10 madalama T&A intensiivsusega riigi teadlastega, kuid väikeriigi jaoks sellisel indikaatoril sisulist mõtet ei ole. Seda indikaatorit on võimalik laiendada ka EL/mitte-EL riikide teadlastega koostöö eristamiseks vajadusel.

**Mobiilsus:**

3) Rahvusvaheliste andmebaaside alusel ei ole Eesti andmed hästi võrreldavad, samas midagi on olemas, vajaks edasist täpsustamist kõrgkoolidega, et ühtse metoodika alusel esitada.

4) Tehnilised probleemid: kui see arv on väga väike, siis strateegia taseme indikaatoriks hästi ei sobi, pigem programmi tasandile.

5) Sissetulevad välisteadlased on teada elamislubade kaudu (Siseministeeriumi andmed), ja lõppevad elamisloa samuti (kuigi teadlased ja üliõpilased saavad tulla ka lihtsustatud korras). Lisaks oleks põhimõtteliselt mõeldav antud infot koguda otse ülikoolidelt ja ettevõtetelt. Eraldi otsustamist vajavaks küsimuseks on see, kuidas arvestada doktorante, siin võib olla probleemiks ka statistika rahvusvaheline võrreldavus (osades riikides on doktorandid töölepinguga tööl, osades mitte).

6) Siin on erinevad viimase x aasta jooksul töötanud või õppinud vähemalt x kuud välismaal. (x seepärast, et erinevates riikides kasutatavad näitajad on väga erinevad, varieerub 3-12 kuu õppimise/töötamise ja 5-10 aasta vaate vahel, see on kokkuleppe küsimus, siin sisuline teaduslik alus puudub). See oleks huvitav uurimisteema samuti, sest me ju eeldame, et rahvusvaheline kogemus annab paremad eeldused kvaliteetseks teadus(koos)tööks rahvusvahelisel tasemel. TIPS uuringu 5.1 vaheraportis (oskad siia lisada viite?) on kirjas, et mõningate (raportis käsitleti üksikuid juhtumiuuringud) teadlaste tulemuslikkus (hinnatuna teaduspublikatsioonide alusel) on hoopis kahanenud välismaalt naasmise järel, millest see tuleneb jne.

Üks indikaator, mis on ka SII-s (IUS-s) olemas avatuse mõõtmiseks, on EL väliste doktorantide osakaal, mis on Eestis madal kuid kiiresti kasvav võrreldes teiste EL riikide dünaamikaga (kuigi siin on tegelikult väga suured erinevused EL riikide vahel, mistõttu sihttaseme määramine suhteliselt keeruline).

**Finantseerimine:**

7) Mõõdab teadusasutusi, mitte kogu TAI süsteemi (s.t. välja jäävad teadus- ja arendustegevusega tegelevad ettevõtted)

8) Rahvusvaheliselt võrreldav sisendindikaator, otseselt ka protsessi ei peegelda.

10) Rahvusvaheliselt võrreldav, kuid küsitluse probleemid.

11) Rahvusvaheliselt võrreldav (EL raamistikus), ühest küljest sisend (grant) kuid teisest küljest väljund (auhind), mõõdab jällegi mingit osa protsessist.

Kui arvestada JOREP projekti tulemusi (Lepori 2012), siis võiks eraldi vaadelda nt EL üleseid projekte, mis näitaksid EL sisest koostööd (indikaator 11)) ja kahe- või ka mitmepoolseid projekte, mis selle uuringu tulemuste kohaselt tavapäraselt (siiski mitte alati) jäävad väljapoole EL riike. Indikaatorit 11) on võimalik kasutada, sest EL mõõdab ühtse metoodika alusel ja ka Eestis on see andmebaas olemas, võimalik ise arvutada ja uurida dünaamikat). Kahe- ja mitmepoolsete projektide hindamise puuduseks on asjaolu, et ülikoolid peaksid oma baasfinantseerimise andmed jagama siis vastavalt konkreetsetele teadusprojektidele, sel juhul metoodika vajab täpsustamist (nt kui on kahepoolne projekt Norra partneritega jmt); rahvusvaheline võrdlus on samuti selliste mõõdikute puhul raskendatud (nt. JOREP hõlmas 11 riiki (KIE riikidest vaid Tšehhi) ja projekte aastatel 2008-2009). Kui erinevad partnerlused väljaspool EL on kavandatavas strateegias oluliseks eesmärgiks, siis on võimalik kasutada ka nt prioriteetsete riikidega koostöölepingute osakaalu kõigist koostöölepingutest (või ka kõigist EL- välistest lepingutest) vmt. Siin on eelduseks kitsamalt määratletud prioriteedid (riigid).

ERA koostöö puhul eesmärgiga paremini integreerida EL teadustegevust on pakutud ka mõõta rahvusvaheliselt koordineeritud teaduse riikliku finantseerimise osatähtsust kogu riiklikust finantseerimisest. Osaliselt on seda tüüpi riiklik finantseerimine mõõdetav ka rahvusvahelistes infrakoostööprojektides osalemise kaudu (näitaja nr 8), seetõttu on kasutatud eraldi ilma infrastruktuurita varianti (nt oleks see siis Eesti poolse finantseeringu osakaal rahvusvahelistes koostööprojektides (v.a. infrastruktuuri projektid) ja teisalt siis ka Eesti teadlaste poolt saadud finantseering rahvusvahelistes koostööprojektides (v.a. infrastruktuuri projektid)). Samas näiteks nii Soome kui ka Sloveenia oma vastavates strateegiates toovad välja, et selliste indikaatorite kasutamiseks peavad olema eelnevalt seatud väga konkreetsed eesmärgid, kuna seesugustes väikeriikides on ressursid kohati väga väikesed ja killustatud kas oskab siia viite panna?. ERA diskussiooni juures tundub samuti, et selle valdkonnaga püütakse rohkem mõjutada suurriike, kes suhteliselt enam on sisemaisele koostööle orienteeritud.

**Võrgustikud:**

8) Mõõdab teatud teadusvaldkondi paremini kui teisi, metoodika probleemid (infrastruktuuri kulude eristamine muudest, rahvusvaheline võrreldavus, eesmärgid)

Siin on lisaks võimalik konkreetsete eesmärkide olemasolu puhul mõõta ka rahvusvaheliste uurimiskeskuste loomist Eestisse ja nende finantseerimist. Samuti on võimalik mõõta erinevates komisjonides osalemist väljaspool Eestit, samuti nt Eesti doktoritööde kaitsmise komisjonides välisteadlaste osalemist. Kuna metoodika pole siin rahvusvaheliselt võrreldavalt paigas, siis need indikaatorid strateegia tasandile hästi ei sobi. Eesti teadlaste võrgustikes osalemise tulemust mõõdab ka indikaator 2).

IUS tabelis Eesti koht 12) võib suhteliselt hästi peegeldada Eesti suhtelise positsiooni muutust peamises teadusvõrgustikus (ERA), samas on puuduseks asjaolu, et see indikaator on kompleksne ja raskesti tõlgendatav, samuti sõltuv teiste riikide tegevusest (EL keskmistest näitajatest).

### 4.3.3. Teaduse mõju ühiskonnale

Tegemist on Eesti kui väikeriigi kontekstis olulise valdkonnaga – ühelt poolt on teaduslik väljund Eestis üle aastate jõudsalt kasvanud, teisalt Eestis kui väikeriigis tuleb eriti jälgida teaduse panust kohaliku majanduse ja kultuuri arengusse võrreldes panusega baasteadusse. Antud valdkonna indikaatorite puhul on probleemiks, et see on üldse vähem arenenud. Olemasolevad indikaatorite katsetused, mida on tehtud teaduse ühiskondliku olulisuse (*societal relevance*) mõõtmiseks, mõõdavad ka sageli pigem lihtsalt teadmiste ülekandumist (Meijer 2012), samas siin on tegemist ilmselt laiemas küsimustega ringiga. Allpool on mõningaid arvutusi järgmiste indikaatorite kohta: 1) sotsiaalmajanduslikel eesmärkidel rahastatud teaduse maht; 2) riigihangete innovaatus, 3) ülikooli sisseastujate valdkondlik jaotus.

#### Sotsiaalmajanduslikel eesmärkidel rahastatud teaduse maht

Siin oli plaanis uurida, kuivõrd olemasolev statistika just riiklike TA kulutuste (*Government budget appropriations or outlays for research and development*, GBOARD) valdkondliku jagunemise kohta võiks anda mingit infot selle kohta, kuivõrd on need kooskõlas sotsiaalmajanduslike eesmärkidega, ühiskondlike vajadustega vms. Kuigi NABS (*Nomenclature for the Analysis and Comparison of Scientific Programmes and Budgets*) klassifikatsiooni kasutatakse nii GBAORD-i kui GERD-i juures, siis siinkohal keskendutakse GBAORD-ile, kuna viimase osas on vastava statistika parem. Tuleb muidugi arvestada, et GBAORD sisaldab otseseid toetusi ja ei sisalda kaudseid toetusi, mis tulevad maksusoodustustest. Samas viimased OECD tööd on püüelnud ka selle poole, et see indikaator sisaldaks ka maksusoodustuste mõjusid. Selle indikaatori eeliseks on ka selle operatiivsus – mingi aasta andmed võivad olla saadaval juba vastava aasta alguses (Akerblom *et al.* 2008).

Eriti Eesti puhul tuleb GBAORDI puhul arvestada, et kuigi definitsiooni poolest peaks see põhinema eelarvetel, siis Eestis koostatakse see teadus- ja arendustegevuse uuringu andmetel. Seejuures T&A asutused annavad tabeli kujul info selle kohta, kui palju on ühe või teise rakendusvaldkonna kohta (nt keskkonnakaitse) kulutatud ja ettevõtete puhul jaotatakse riigi rahastus tegevusalapõhiselt (vastavalt Eesti majanduse tegevusalade klassifikaatorile EMTAK). Sellest lähtudes rangelt võttes Eesti statistika puhul ei olekski tegemist GBAORD-iga. Selle põhjuseks on ilmselt see, et Eesti riigieelarvelisel teadusrahal nagu

sihtfinantseerimisel olev eesmärk on üldine kõrgetasemeline teadustöö (nõ *general advancement of knowledge*, mida ei ole Statistikaameti tabelis), kuid need ei ole rahastatud ühel või teisel rakenduslikul eesmärgil (nt tervishoiu või meditsiinilisel). Niisiis on Eesti Statistikaamet Eurostati- ja OECD-ga kokku leppinud, et Eesti kohta esitatakse andmeid vastavalt kulutustele. Mainitud kahe institutsiooni poolt soovitatav üleminek GBOARDI peale eeldaks mõningate hinnangute kohaselt senisest suuremat teadusraha sotsiaalmajanduslikku fokuseeritust. Teine küsimus puudutab valdkondlikku jagunemist. Eesti praegune statistika on teadusvaldkondade kaupa, mitte eesmärkide kaupa (kuigi statistika definitsioonides viidatakse eesmärkidele). Samas, sellist valdkondade infot poleks mõtet küsida asutuste käest (nagu praegu tehakse), vaid see peaks peegeldama finantseerimisinstitutsiooni vaadet asjale (nagu on ilmutatud kujul ka GBAORD-i kirjelduses öeldud). Tulemuseks on, et teatud juhtudel asutused seovad oma mingi finantseerimise konkreetse sotsiaalmajandusliku eesmärgiga, isegi kui tegemist on selgelt uurimistööga, mis kuuluks jaotuse „*general advancement of knowledge*“ alla. Siin on küsimus nt sihtfinantseerimises. Statistikaameti T&A uuringu vormides vastav jaotus puudub, samas on tabelis „Teadus- ja arendustegevusele tehtud kulutused rakendusvaldkonniti“ jaotus „Rakendus määratlemata“. Ühelt poolt arvatakse, et viimase alla kuuluvad enamasti baasuuringud, samas on teisi arvamusi, et seal võivad olla ka rakendusuuringud, s.t. selles jaotuses on nt interdistsiplinaarsed uuringud. Niisiis, Haridus- ja Teadusministeeriumi esindajate hinnangul pole kindel, kas Eestis üldise teaduse osakaalu vähenemist saaks tõlgendada nii, et rakendusuuringute maht kasvab kiiremini kui baasteaduse rahastamine.

Siin oli välja pakutud idee vaadata kulutuste jagunemist vastavalt NABS (*Nomenclature for the Analysis and Comparison of Scientific Programmes and Budgets*) ja COFOG (*Classifications of the Functions of Government*) klassifikaatoritele. Kui esimene näitab just T&A kulutuste jagunemist eri valdkondade lõikes, siis teine valitsuskulutuste valdkondlikku jagunemist. COFOG'i- klassifikaator kahe-numbrilisel tasemel eristab ka TA kulutusi COFOG-i valdkondade kaupa (nt keskkonnakaitses, tervises, hariduses jne). Niisiis keskendutaksegi siin viimasele.

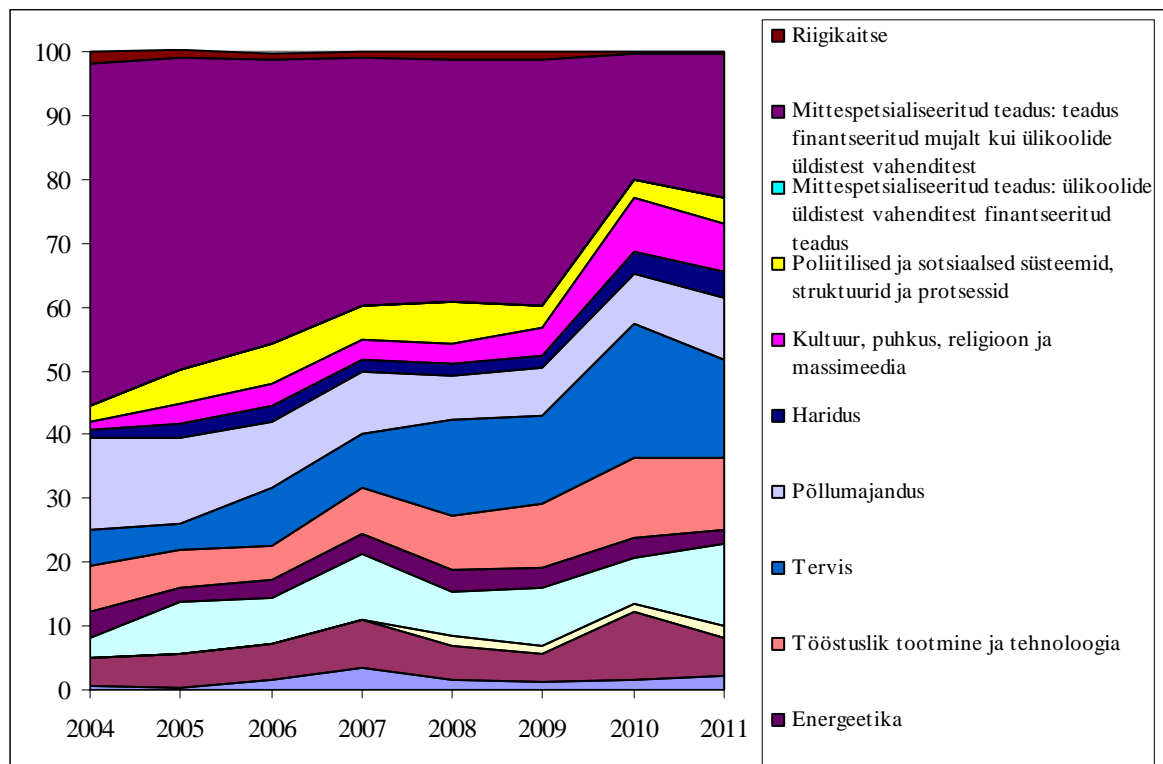
Allpool on toodud ära mitmesugust kirjeldavat statistikat, TA kulutuste jagunemist nii NABS-i kui COFOG-i alusel. Nagu näha (Joonis 4.3), Eestis on alates 2005 mittespetsialiseeritud teaduse (jaotus: „*general advancement of knowledge*“) osakaal pidevalt vähenenud, ilmselt seoses ka erinevate riiklike programmide käivitumisega. Samuti, on see võrdluses teiste



Euroopa Liidu riikidega madalamal tasemel (Tabel 4.8). Võib-olla oleks täiendavalt vaja uurida, mis on nende numbrite taga, aga sellest lähtudes nagu ei saaks öelda, et Eestis oleks mitteesmärgistatud T&A kulutuste osakaal suur. Peter ja Bruno (2008) on uurinud Euroopa riikides TA tegevuse spetsialiseerumise mustreid. Nad järeldasid, et enamus Euroopa riike on orienteeritud mittefokusseeritud teadusele, ning viimase kümne aasta jooksul ei ole toimunud suuri muutusi. USA on ainus riik, mis spetsialiseerunud TA-s kaitsekulutustele, mis peegeldab ilmselt ka suuri üldiseid kaitsekulutusi. Paljudel juhtudel on spetsialiseerumise mustrid üle riikide üsna sarnased. Samas või leida ka näiteid muutustest, näiteks Jaapan on liikunud keskmisest spetsialiseerituse tasemest spetsialiseerunud riigi suunas.

**Tabel 4.8** GBAORD jagunemine vastavalt NABS klassifikaatorile 2010 aastal

<b>NABS jaotus</b>	<b>EE</b>	<b>EU15</b>	<b>EU27</b>
Põllumajandus	9.8	3.4	3.5
Kultuur, puhkus, religioon ja massimeedia	7.6	1	1.1
Riigikaitse	0.3	5.1	5.2
Haridus	4	1.1	1.2
Energeetika	2.1	4.3	4.2
Keskkond	5.8	2.5	2.5
Kosmose uurimine ja kasutamine	1.8	5.7	5.5
Maa uurimine ja kasutamine	2.3	1.8	1.9
Mittespetsialiseeritud teadus: ülikoolide üldistest vahenditest finantseeritud teadus	0	33.9	33.2
Mittespetsialiseeritud teadus: teadus finantseeritud mujalt kui ülikoolide üldistest vahenditest	22.6	16.4	17
Tervis	15.2	8.5	8.5
Tööstuslik tootmine ja tehnoloogia	11.4	9.8	9.9
Poliitilised ja sotsiaalsed süsteemid, struktuurid ja protsessid	4	3.3	3.3
Transport, telekommunikatsioonid ja muu infrastruktuur	13.1	3	3.1
Kokku tsiviilotstarbelise T&A rahastamine	99.7	94.9	94.8
Kokku T&A rahastamine	100	100	100



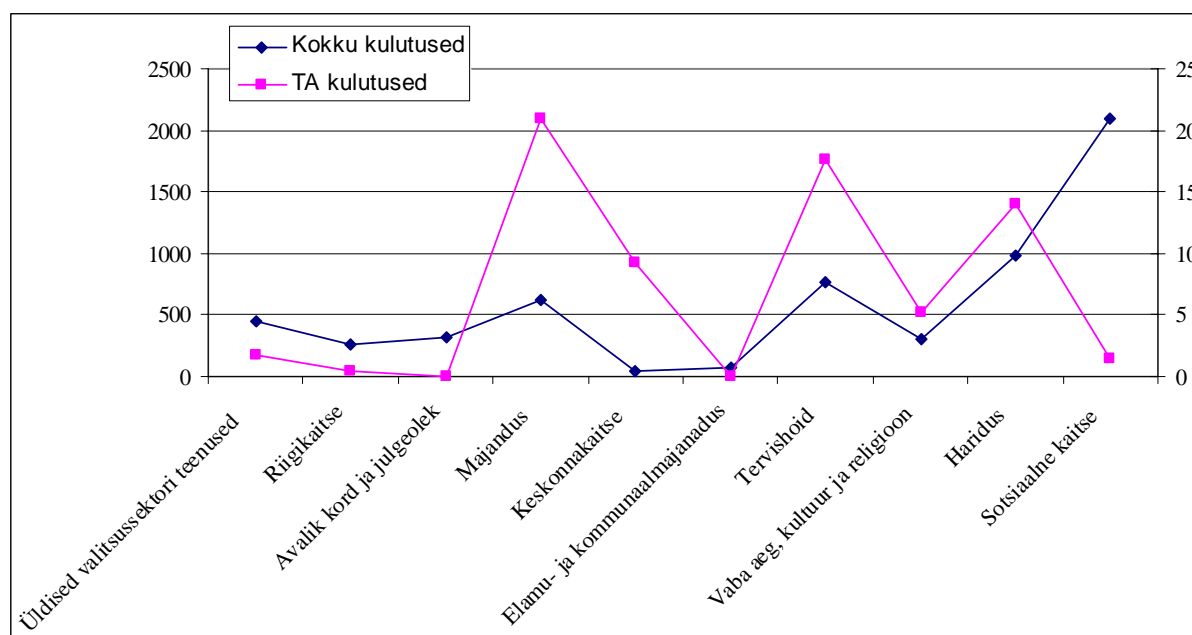
**Joonis 4.3** GBAORD jagunemine vastavalt NABS klassifikaatorile Eestis: dünaamika üle aja

Teiseks vaatasime TA kulutuste valdkondlikku jagunemist vastavalt COFOG-i klassifikaatorile, kõrvutades ühe või teise valdkonna (nt tervishoiud) kogukulutusi TA kulutustega. Esialgu on ilmselt mõistlik vaadata lihtsalt mustreid andmetes, ja pole kindel, milline peaks olema see parima spetsialiseerumise muster. Kuigi mingi valdkonna suur kulutus võiks eeldada ka suuremaid TA kulutusi (nt otsimaks võimalusi raha paremaks kulutamiseks), on ka innovatsiooni võimalused eri valdkondades erinevad.

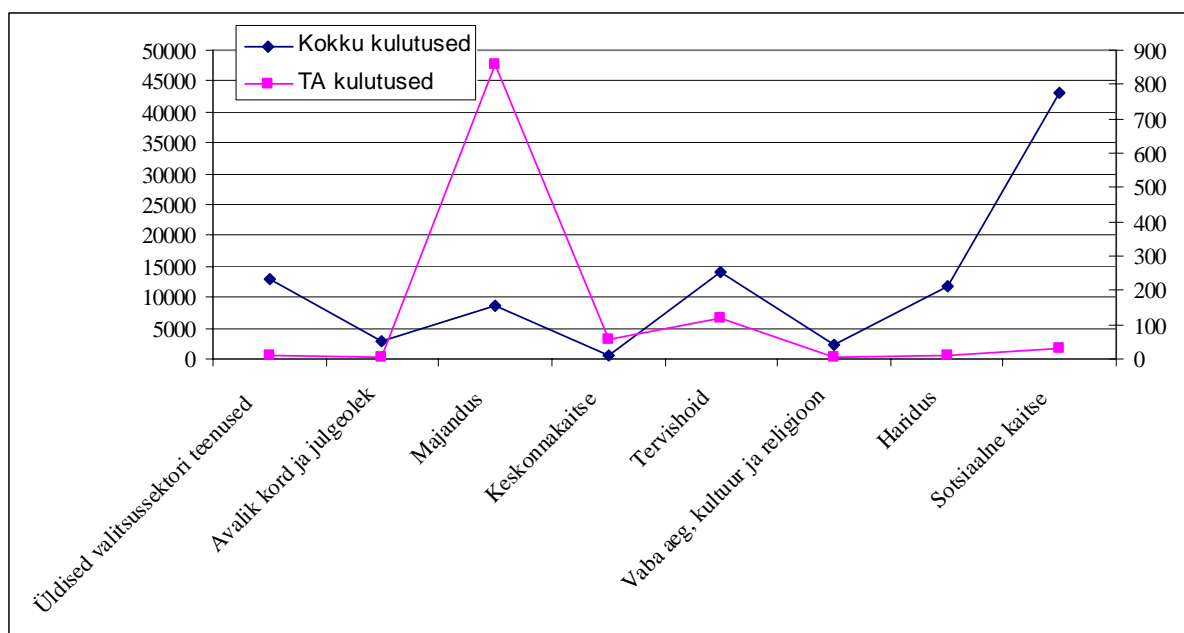
Analüüsides Eesti, Soome ja Saksamaa andmeid (Joonis 4.4, Joonis 4.5, Joonis 4.6) on näha, et sageli mingi valdkonna suuremad üldised kulutused tähendava ka suuremaid TA kulutusi, samas mitte alati. Kõigis kolmes riigis on lahknemiskohaks sotsiaalkaitse; see võib ühelt poolt olla loogiline, ehki nt rahvastiku vananemine võib jällegi tingida soovi ostida võimalusi innovaatilisteks lahendusteks– need on siin kõigest väga üldised mõtted. Võib-olla kõige enam on mingi valdkonna kogu- ja TA kulutused kooskõlas Saksamaal. Siin saaks ka välja arvutada mingi formaalse näitaja spetsialiseerumise kohta. Üldiselt vist üle riikide mustrid väga erinevad pole. Eestis paistab silma näiteks väiksema spetsialiseeritus kaitsele ja suurem sotsiaalkaitsele. Üks võimalik poliitika indikaator võiks raporti autorite arvates olla järgmine: kuidas üldised ja TA kulutused on keskmiselt vastavuses Euroopas, ja Eesti võrdluses sellega.

Seda vastavust tuleks lähemalt analüüsida, sest nagu näha need kusagil pole täpselt kooskõlas, samas üle riikide jooksevad välja teatud mustrid.

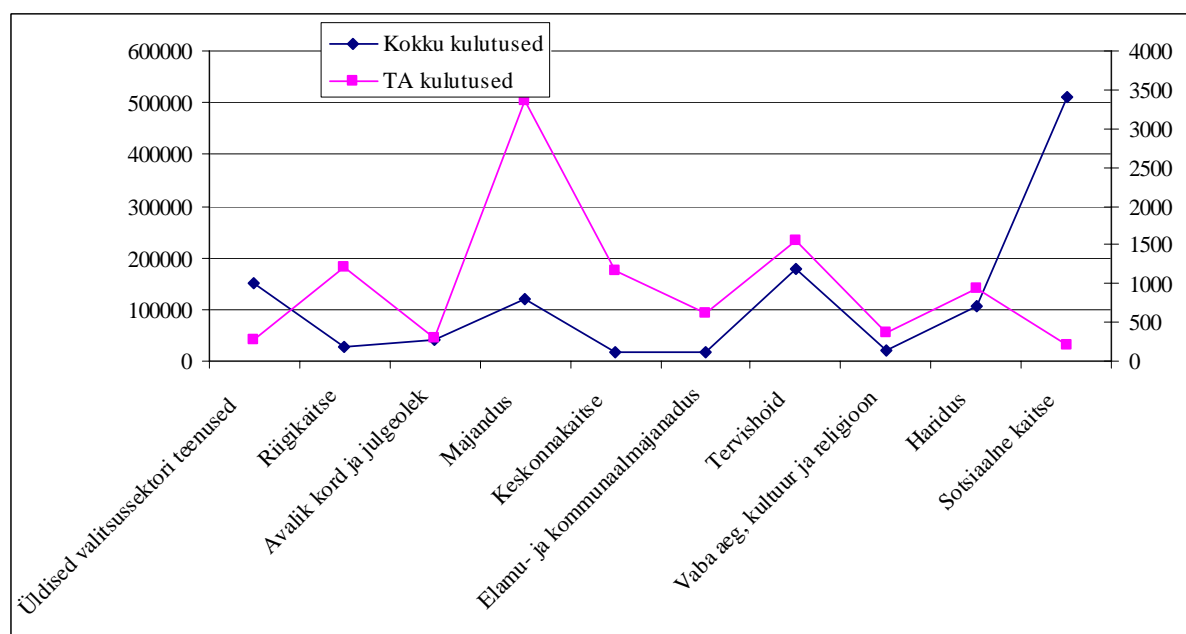
Võib tuua ka mitmeid vastuargumente TA valdkondliku spetsialiseerumise vastu. Üks käib neist rakendusliku ja baasteaduse vahekorra kohta – see võiks olla seotud mõneti ülaltooduga, aga mitte täielikult (valdkondlik jagunemine ning rakenduslik versus baasteadus on eri asjad). Nimelt, Van Bochove (2012) näitas endogeense majanduskasvu mudelit (s.t. mudelit, kus pikaajalise majanduskasvu ja tootlikkuse kasvu määr kujuneb vastavalt TA tegevusele), et baasteaduse suunamine ja eesmärgistamine valdkondlikult võib-olla vägagi kahjulik majanduskasvule. Argument ja mõjukanal oli see, et baasteaduse roll ei ole üksnes uute tehnoloogiliste võimaluste avamine, aga ka rakendusteaduse ja tehnoloogilise T&A ära juhtimine ebaperspektiivsetest valdkondadest, s.t. tehnoloogia arenduse efektiivsuse suurendamine. Siin klassikaline näide oli kulla valmistamise katsed alkeemikute poolt, millele põhiliste keemia seaduste avastamine aitas lõpu teha. Vastuargument baasteadustele kulutamisele eriti Eesti kui väikeriigi kontekstis oleks see (mida ka autor teadvustas), et enamus baasteadmisest luuakse väljapool Eestit, et kas Eesti ikka peaks siis baasteadusele panustama. Autori vastuargument oli, et see oleks analoogiline proteksionismiga väliskaubanduses, teiste kujul liugu laskmisega (*free-riding*), et ja selline asi pole kestlik (jätkusuutlik).



**Joonis 4.4** Valitsussektori kulud Eestis vastavalt COFOG-i klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes



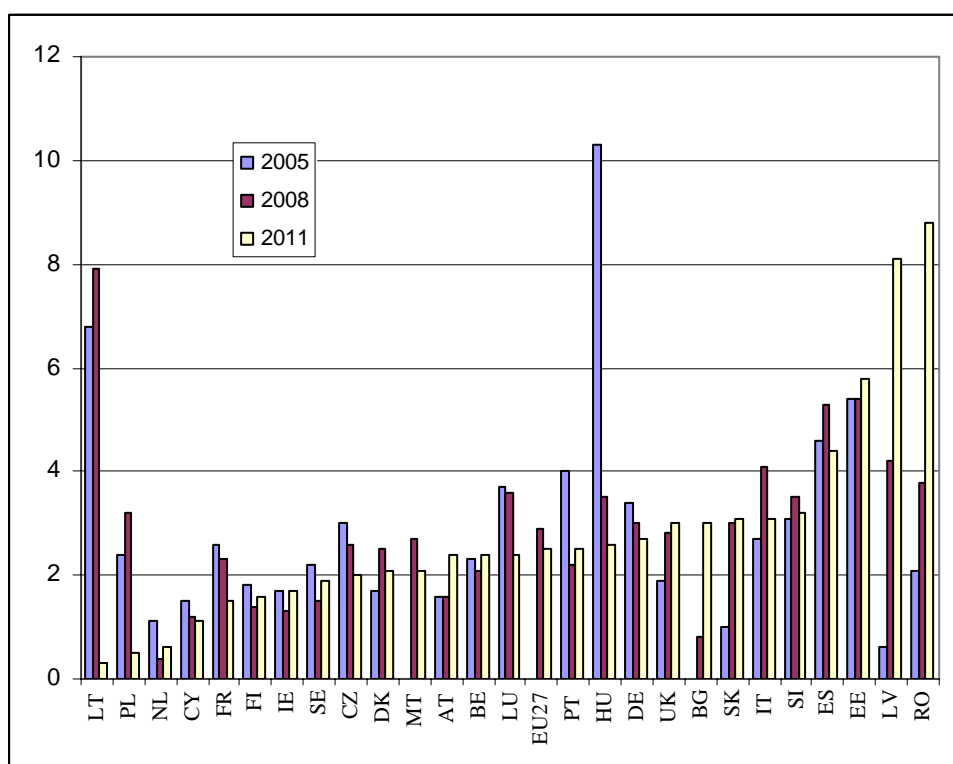
**Joonis 4.5** Valitsussektori kulud Saksamaal vastavalt COFOG-I klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes



**Joonis 4.6** Valitsussektori kulud Soomes vastavalt COFOG-I klassifikaatorile, 2012: kogukulused ja TA kulutused üle valdkondade, miljonites eurodes

Innovation Union Competitiveness Report (European Commission 2012) käsitleb mõningaid indikaatoreid, mis arvestavad T&A tegevuse seost ühiskondlike väljakutsetega (*societal challenges*). Sisuliselt seal vaadatakse taas lihtsalt ülalkirjeldatud statistikat kasutades ühe või teise valdkonna (nt tervishoiu) T&A kulutuste osakaalu. Siinkohal vaadatakse neist kahte näitajat, need on 1) investeeringud rohelistesse tehnoloogiatesse, ja 2) kulutused tervishoidu.

**Investeeringud rohelistesse tehnoloogiatesse ja energia efektiivsusesse, kliimamuutusega võitlemine.** Võimalik näitaja võiks olla keskkonna osakaal GBAORD-is. Üldiselt näitavad numbrid (Joonis 4.7), et võrreldes teiste riikidega kulutab Euroopa Liit rohkem keskkonnavalasse T&A tegevusse kui ükski teine uurimissüsteem maailmas. Analoogiliselt rahastamisega võib ka vaadata antud valdkonna patentide osakaalusid, nii nt on alates aastast 2000 tugevalt kasvanud Euroopa Patendiameti patendid taastuva energeetikaga seotud tehnoloogiates. Euroopa Liidu riikides on siin esikohal Taani, Rootsi, Holland, Saksamaa. Eraldi on vaadatud ka patente tuulenergeetikas või päikeseenergeetikas. Vaadates Eesti numbreid (Joonis 4.7), torkab Eesti puhul silma ka teiste Euroopa riikidega võrdluses keskkonnaga seotud kulutuste üks kõrgemaid osakaalusid ja seda erinevatel aastatel. Niisiis, kui neid numbreid uskuda, siis siit ei teha järeldust, et Eestis oleks vaja veel seada mingit täiendavat eesmärktaset keskkonnaga seotud T&A kulutustele. Iseasi, kui oleks võimalik väita, et Eesti keskkonnalased väljakutsed oleks eriliselt suured.

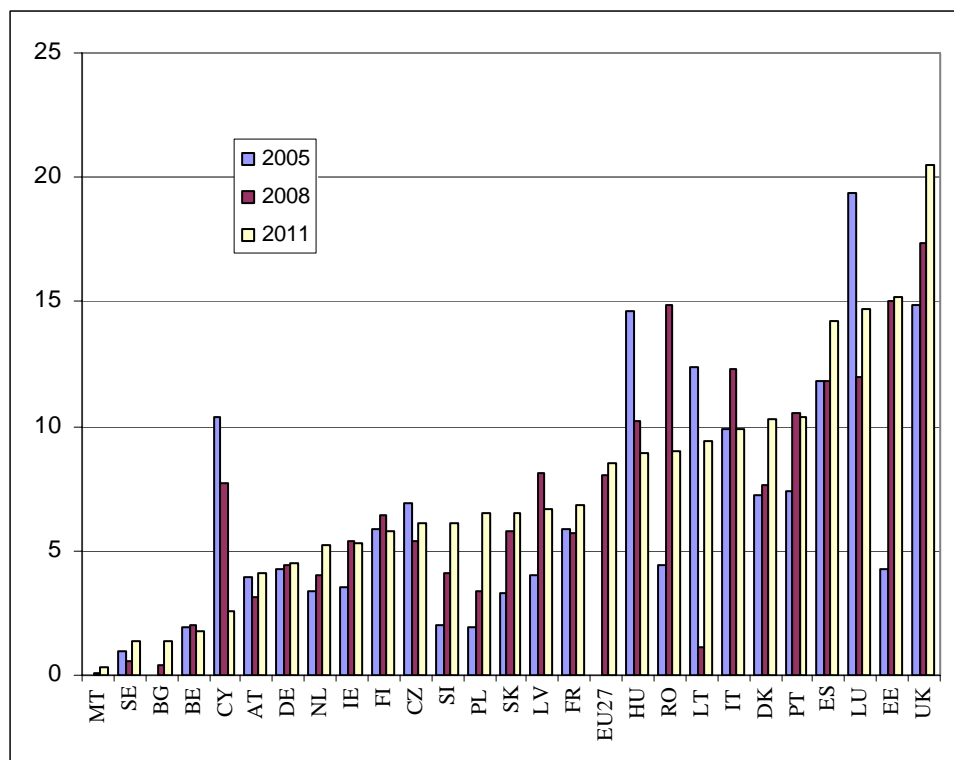


**Joonis 4.7** Keskkonna osakaal GBAORD-is Euroopa riikides

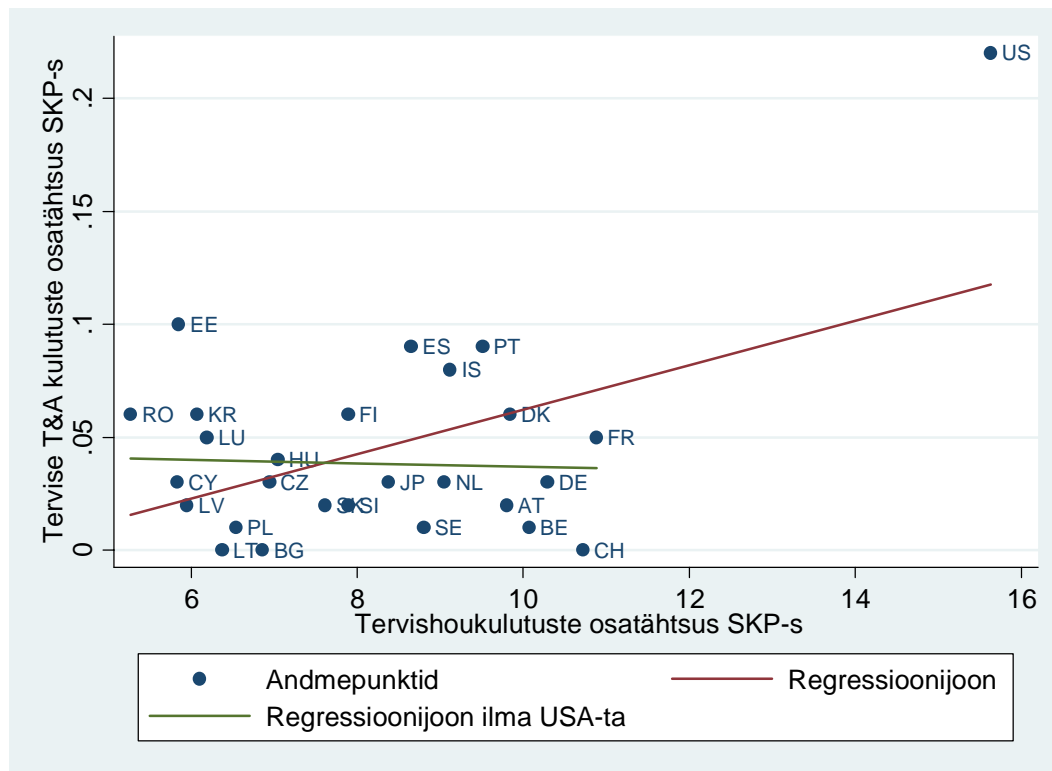
**Kulutused tervishoidu.** Siin on Euroopa Liidu tasemel ühiskondlikuks väljakutseks elanikkonna vananemisest tulenev, ehk nõ tervislik vananemine (*healthy ageing*). Võrreldes tervise valdkonna kulutuste osakaalu GBAORD-is üle riikide tuleb arvestada, et

tervisevaldkonna T&A kulutuste statistika ei pruugi sisaldada kõiki tegelikke kulutusi ning seetõttu olla üle riikide täiesti võrreldav. Samas, nt ravimite väljatöötamisele kulutatud summa ja patenditaotluste arvu vahel on üle riikide üsna tugev korrelatsioon (nt USA on liider nii kulutuste kui patentide osas), mis võiks viidata sellele, et need mõõtmis- ja võrreldavuse probleemid pole ka väga suured ning kulutused tõesti toovad ka tagasi väljundi mõttes. Üldisemalt väidetakse, et tervise valdkonna T&A kulutused võivad pakkuda väga suurt tulumäära.

Vaadates tervishoiu osakaalu GBAORD-is üle Euroopa riikide (Joonis 4.8), samuti seost üldiste tervishoiukulutuste (osakaaluna SKP-s) ja tervise T&A kulutuste vahel (Joonis 4.9) tundub, et Eestis on võrreldes tagasihoidlike üldiste tervisekulutustega tervise valdkonna T&A kulutused pigem suhteliselt suured. Nt USAs on mõlemad suhteliselt suured, nt suured üldised kulutused võivad ka motiveerida otsima viise ravikulutuste alandamiseks, samas nagu näha jooniselt, positiivne seos üle riikide kahe näitaja vahel tuleneb ainult USA näitajatest. Tervisekulutuste üldiselt osakaalult SKP-s on Eesti Euroopas üks viimaseid, mida võib ju ka ilmselt teatud kitsenduste juures tõlgendada kui märki Eesti tervishoiusüsteemi efektiivsusest. Pannes siia kõrvale tervishoiu osakaalu GBAORD-is, on aastatel 2008 ja 2011 taas Eesti osakaal üks kõrgemaid. Selle suur kasv on ilmselt osa andmetes nähtavast mittefokusseeritud teaduse osakaalu langemisest.



**Joonis 4.8** Tervishoiu osakaal GBAORD-is Euroopa riikides



**Joonis 4.9** Üldiste tervishoiukulutuste (protsentides SKP-st) ja tervise valdkonna TA kulutuste seos

Täiendava indikaatorina saab vaadata ka 7nda raamprogrammi projektide jagunemist temaatiliste prioriteetide lõikes. Raport (European Commission 2012) vaatas 7nda raamprogrammi vastavust ühiskondlikele väljakutsetele vaadates selle jagunemist temaatiliste prioriteetide lõikes. Üldine järeldus oli, et Euroopa Liidus uurimistegevus üldiselt on küllaltki hästi kooskõlas ühiskondlike väljakutsetega, kuna suur osa finantseerimisest on valdkondades, nagu kliimamuutused ja tervis.

Raport „*ERA indicators and monitoring*“ (2009) mainib ka indikaatoreid mida võiks kasutada mõõtmaks, kuivõrd T&A panustab suurte sotsiaalsete väljakutsete (*Grand Societal Challenges*, nt kliimamuutused) lahendamisse. Euroopa suurte ühiskondlike väljakutsete nimekiri sisaldas seejuures järgmisi: 1) globaalne soojenemine, 2) energia, vee ja toidu kahanev pakkumine; 3) vananev ühiskond; 4) tervis; 5) pandeemiad; 5) julgeolek. Spetsialiseerumise mõõtmiseks pakuti välja selliseid näitajaid:

- 1) Juhtimine: Euroopa osakaal maailmas teaduslike publikatsioonide ja EPO patenditaotluste osas vastavas valdkonnas;

- 2) Spetsialiseerumine: Euroopa osakaal maailmas teaduslike publikatsioonide ja EPO patenditaotluste osas vastavas valdkonnas / Euroopa osakaal maailmas kõikides publikatsioonides.

Eelnevaga võib-olla mõneti haakuksid ka näitajad, mis mõõdaksid ühiskonna usaldust teaduse- ja tehnoloogia valdkonna suhtes (*interest and confidence of the citizens in S&T*). Vastav näitaja siis põhineks elanikkonna küsitlusel. Samas võib-olla küsimus, kuivõrd see näitaja oleks seotud konkreetse riigi teadussüsteemi funktsioneerimisega.

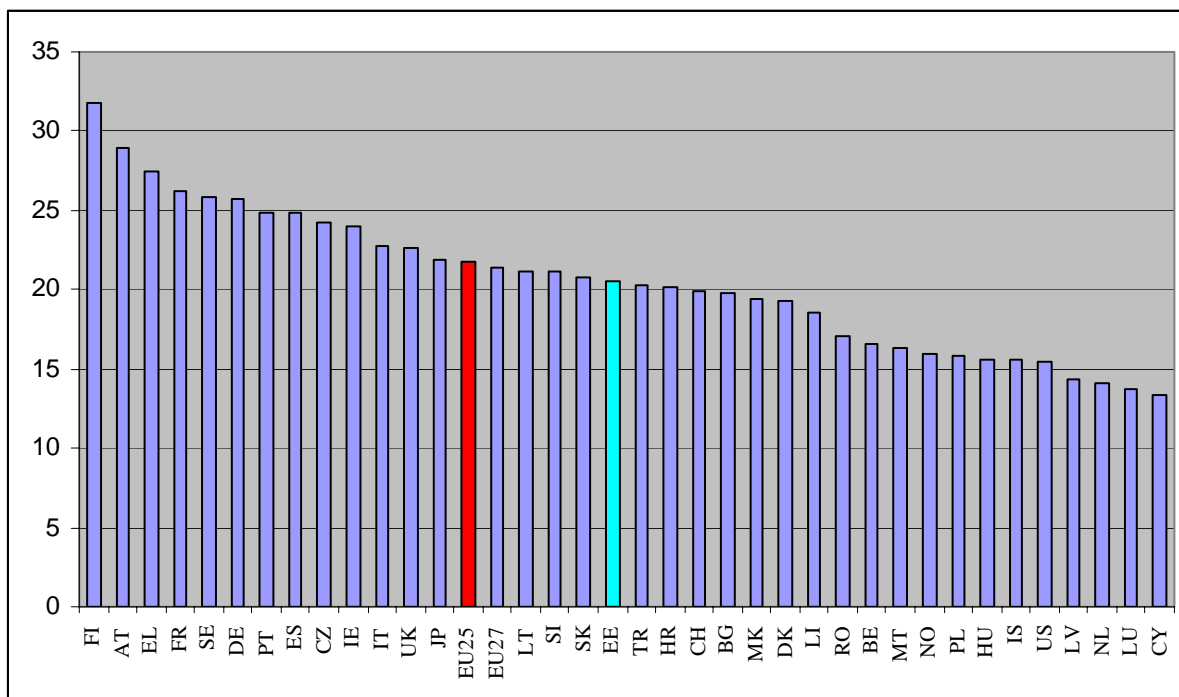
### **Innovaatilised avaliku sektori hanked**

Tegemist on kindlasti olulise valdkonnaga, samas pole hetkel võtta ilmselt üldiselt tunnustatud indikaatorit, mis oleks ka rahvusvaheliselt võrreldav. Tuginedes olemasolevatele uuringutele ja andmebaasidele saaks midagi välja arvutada, aga see eeldaks ilmselt eraldi uurimistööd. Võimalikud andmeallikad: 1) riigihangete andmebaasid; 2) ettevõtete innovatsiooniuuring (CIS): saaks kasutada, kui saaks andmeid klientide kohta, vt nt Aschhoff, Sofka (2009); 3) ühendatud riigihangete ja innovatsiooniuuringute andmebaas.

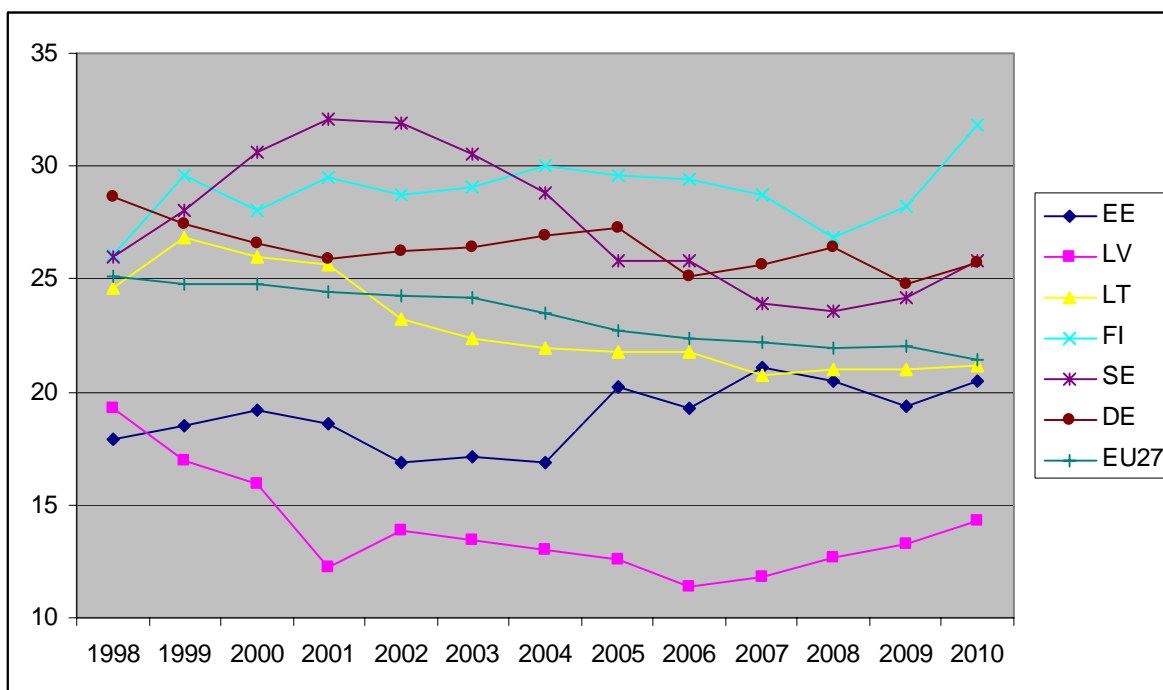
### **Ülikooli sisseastujate valdkondlik jaotus**

Selle indikaatori puhul on olukord lihtne, sest Eurostat avaldab vastavat statistikat. Konkreetne näitaja võiks siis olla loodus- ja tehnikateaduste (LTT) üliõpilaste (lõpetanute või sissesaanute) osakaal. Üldiselt, nagu tabelid näitavad, on see Eestis Euroopa Liidu kontekstis pigem keskmisel tasemel (Joonis 4.10), ja vaatamata kõikumistele on viimase 10 aasta jooksul umbes 3-protsendipunkti võrra tõusnud. Üsna drastiline on Eesti ja Läti erinevus. Üldiselt on paljudel innovaatilistel riikidel (Soome, Rootis) see näitaja üsna kõrgel tasemele, samas on vastav korrelatsioon kaugel täiuslikkusest (Joonis 4.12). Samas, viimases osas, pole kindel, kas see on kindlasti see näitaja, mis meid tegelikult huvitaks.

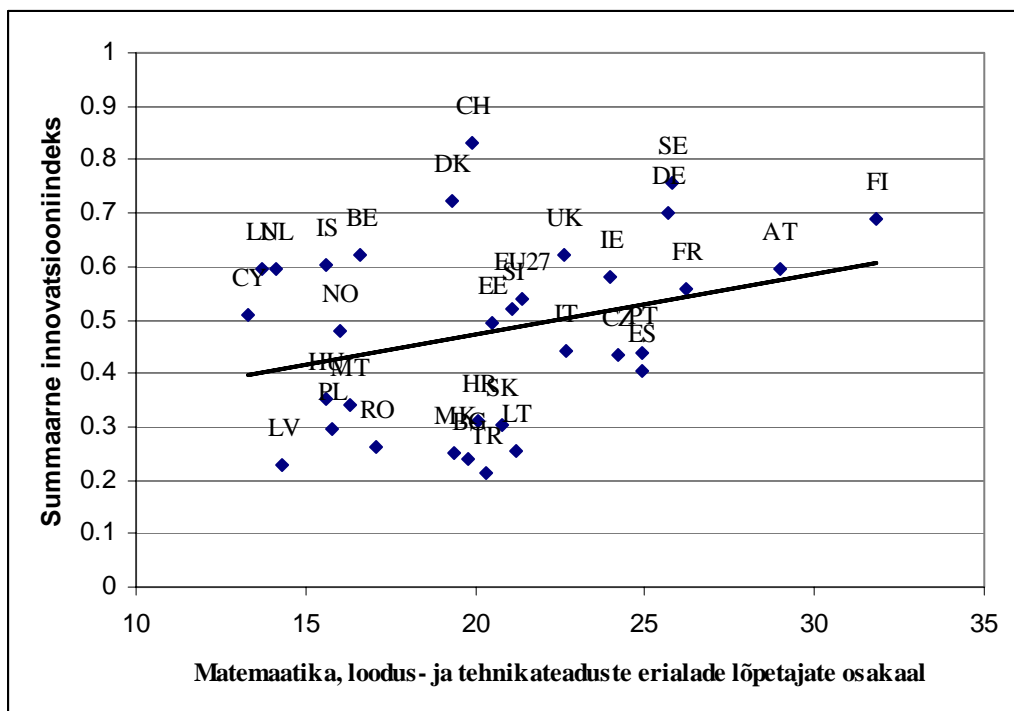




**Joonis 4.10** Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaal kõigist lõpetajatest  
Allikas: Eurostat



**Joonis 4.11** Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaal kõigist lõpetajatest  
Allikas: Eurostat



**Joonis 4.12** Matemaatika, loodus- ja tehnikateaduste erialade lõpetajate osakaalu ja summaarse innovatsiooniindeksi seos üle Euroopa riikide  
Allikas: Eurostat, Innovation Union Scoreboard 2011

Alljärgnev Tabel 4.9 esitab hinnangu viie eelmainitud indikaatori sobivuse kohta teaduse ühiskondlikus (majandusliku) mõju mõõtmise jaoks. Antud näitajad pakuti välja kui ühed võimalikud arutelude käigus Haridus- ja Teadusministeeriumi esindajatega. Praktiliseks rakendamiseks tuleks nende definitsioone ja arvutuskäike ilmselt mõningal määral täpsustada. Siinkohal on vaadatud viit indikaatorit (või indikaatorite gruppi):

1. Sotsiaal-majanduslikel eesmärkidel rahastatud teaduse maht.
2. Ülikoolide- ja teadusasutuste usaldusväärsus.
3. Riigihangete innovaatus.
4. Ülikooli sisseastujate valdkondlik jaotus
5. Publikatsioonide maht teatud valdkonnas.

**Tabel 4.9** Teaduse ühiskondliku (majandusliku) mõju indikaatorite hindamine

Näitaja seos protsessiga (sisend / tegevus / väljund, tulemus)	väljund	väljund	väljund	väljund	väljund
kriteerium	Sotsiaal–majanduslikel eesmärkidel rahastatud teaduse maht	Ülikoolide ja teadus–asutuste usaldus–väärsus	Riigihangete innovaatus	Ülikooli sisseastujate valdkondlik jaotus	Publikatsiooni maht mingis valdkonnas
<b>valiidsus, usaldusväärsus (1-10)</b>					
Valiidsus (min. 5)	6.00	3	6	6	6
Usaldusväärsus (min. 3)	5	5	7	8	8
<b>ökonoomsus (1-10)</b>					
algandmete saadavus ja töötlemise kulukus (min. 3)	8	5	2	8	8
<b>kasutamise kvaliteet (1-10)</b>					
Rakendamise lihtsus (min 3)	7	6	3	8	8
Mõju (min. 3)	7	4	4	7	7
<b>skoor (1-10)</b>	6.5	4.3	4.7	7.2	7.2

Täiendavad kommentaarid tabelis Tabel 4.9 indikaatoritele antud hinnangutele oleks järgmised.

**Valiidsus.** Taas küsimus - mis on eesmärk - nt teaduse mõju ühiskonnale? Sisseastujate valdkondlik jaotus võib olla oluline üldise innovaatus taga, samas see ei taga kuidagi automaatselt, et teadusel on side majandusega. Usaldusväärsus - siin on küsimus ka selles, et valmis indikaatorit pole, niisiis me ei tea, mis siit üldse välja tuleks. Sotsiaalmajanduslikud eesmärgid - see on pisut see baas ja alusteaduse vahekorra teema - argumendid, et ainult rakendusteadusele keskendumine võib olla halb majanduskasvule. Mis on optimaalne suunatud ja mittesuunatud teaduse vahekord, me ei tea. Usaldusväärsus võib ka tähistada erinevaid asju. Vaadates spetsialiseerumist, oleks vaja teada sotsiaalmajanduslikke eesmärke, ja küsimus, kuidas neid siduda nt teadusvaldkondade klassifikaatoritega.

**Usaldusväärsus.** Probleem selles, et siin on tegemist vist erinevate eesmärkidega

**Algandmete saadavus ja töötlemine.** Rahastamine - eeldab täiendavat analüüsi ei leidnud praegu, et oleks väga uuritud, mida need numbrid näitavad. Usaldusväärsus - nõuab ilmselt uut täiendavat uuringut, kuidas töötab, pole kindel, kuivõrd ollakse nõus seda rahastama? Riigihangete innovaatus - huvitav valdkond, aga olemasolevatest andmetest automaatselt vist välja ei tule, aga võiks olla uurimistööde teemaks. Sisseastujad -Eurostati's on lõpetajad, eelistaks seda, muidu andmed olemas.

**Rakendamise lihtsus.** Kõige lihtsam oleks olukord kindlasti lõpetajatega. Riigihangete innovaatus korral on probleemid kõige suuremad - võib-olla kombineeritud näitaja mitmest allikast jne. Usaldusväärsus - me ei tea, mis siit välja tuleb. Sotsiaalmajanduslikud eesmärgid - mingi statistika on olemas, aga see vajaks lihtsalt täiendavat analüüsi, mida see näitaja kinni võtab.

**Mõju.** Siin on erinevad asjad, et võrdlus võib olla keeruline.

## Viidatud allikad

- Advanced Performance Institute (2013). What is a Key Performance Indicator (KPI)? [<http://www.ap-institute.com/Key%20Performance%20Indicators.html>]. 02.05.2013.
- Aghion, P. (2006), "Primer on Innovation and Growth", Bruegel Policy Brief, Brussels, 2006/06, October. [<http://www.bruegel.org/download/parent/233-a-primer-on-innovation-and-growth/file/658-a-primer-on-innovation-and-growth-english/>] 11.08.2013.
- Aghion, P., Boustan, L., Hoxby, C., Vandenbussche, J. (2006), "Exploiting States Mistakes to Identify the Causal Impact of Higher Education on Growth". Harvard University, Working Paper. [<http://scholar.harvard.edu/aghion/publications/exploiting-states'-mistakes-identify-causal-impact-higher-education-growth>] 10.08.2013.
- Aiginger, K., Okko, P., Ylä-Anttila, P. (2009), "Globalization and Business – Innovation in a Borderless World Economy", in *Evaluation of Finnish National Innovation System*, pp. 103-146.
- Akerblom, M., Bloch, C., Foyen, F., Leppälahti, A., Mortensen, P., Mansson, H., Nilsson, R., Nas, S.-O., Petterson, I., Salte, O. (2008), Policy Relevant Nordic Innovation Indicators. Summary Report of the NIND working group of the Policy relevant Nordic Innovation Indicators (NIND) project. Nordic Centre of Innovation.
- Almeida, R. and Fernandes, A. M. (2008), "Openness and Technological Innovations in Developing Countries: Evidence from Firm-Level Surveys", *Journal of Development Studies*, Vol. 44 No. 5, pp. 701–727.
- Ammas, A. (2013) Arstid jäävad vanaks ning õed ei püsi erialasel tööl. – Postimees, 24. mai 2013. [<http://www.postimees.ee/1246256/arstid-jaavad-vanaks-ning-oed-ei-pusi-erialasel-tool>] 15.08.2013.
- Armstrong, M. (2009), "Armstrong's Handbook of Performance Management: An Evidence-Based Guide to Delivering High Performance", 4th ed., Kogan Page, 392 p.
- Armstrong, M. (2009), "Armstrong's Handbook of Performance Management: An Evidence-Based Guide to Delivering High Performance", 4th ed., London and Philadelphia: Kogan Page, 392 p.
- Aruanne strateegia eesmärkide ja rakendusplaani täitmisest 2010. ja 2011. aastal (2011). Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2007-2013 „Teadmispõhine Eesti”. Tartu, Haridus- ja Teadusministeerium, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. [<http://www.hm.ee/index.php?03242>], 13.10.2013

- Aschoff, B., Sofka, W. (2009), “Innovation on demand—Can public procurement drive market success of innovations?”, *Research Policy*, Vol. 38, pp. 1235-1247.
- Baldwin, C.Y., Clark, K.B. (1997) “Managing in an age of modularity”, *Harvard Business Review*, Vol. 75, Issue 5, pp. 84–93.
- Baltagi, B. H. (2001) *Econometric Analysis of Panel Data*. 2nd ed. John Wiley & Sons, 293 p.
- Balti Uuringute Instituut, Poliitikauuringute Keskus Praxis & Technopolis Group (2011), „Euroopa Liidu tõukefondide perioodi 2007-2013 teadus- ja arendustegevuse ning kõrghariduse meetmete rakendamise vahehindamine“. Tallinn. [http://www.praxis.ee/index.php?id=1003] 30.09.2013
- Barba Navaretti, G., A. Venables with F. Barry, K. Ekholm, A. Falzoni, J. Haaland, K-H. Midelfart, Turrini, A. (2004), *Multinational firms in the world economy*, Princeton University Press.
- Battese, G., Coelli T. (1988), “Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data”, *Journal of Econometrics*, Vol. 38, pp. 387–399.
- Baum, C. (2006), “An Introduction to Modern Econometrics Using Stata”, A Stata Press Publication, 362 p.
- Bertrand, M., Sendhil, M. (2001), “Do People Mean What They Say? Implications for Subjective Survey Data”, *American Economic Review*, Vol. 91, Issue 2, pp. 67-72.
- Biesebroeck J. V., Sturgeon T. J. (2010), “Effects of the 2008–09 Crisis on the Automotive Industry in Developing Countries: A Global Value Chain Perspective”, in O. Cattaneo, G. Gereffi and C. Staritz (Eds), *Global value chains in a post-crisis world: a development perspective*, The World Bank, pp. 209-244.
- Bloch, C., Graversen, E. (2008), “Innovativeness – an examination of innovative sales as a measure of innovation output”, Danish Centre for Studies in Research and Research Policy. Aarhus University.
- Bloom, N., van Reenen, J. (2007), “Measuring and explaining management practices across firms and countries”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 72, Issue 4, pp. 1351-1408.
- Bochove, C. A. (2012), “Basic Research and Prosperity: Sampling and Selection of Technological Possibilities and of Scientific Hypotheses as an Alternative Engine of Endogenous Growth”, CWTS Working Paper No. 2012-003.
- Bodvarsson, Ö.B., Van den Berg H. (2013), “The Economics of Immigration. Theory and Policy”, 2nd ed., Springer, 480 p.

- Breusch, T., Pagan A. (1979), "A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation", *Econometrica*, Vol. 47, pp. 1287–1294.
- Coelli, T. J., Prasada Rao D. S., O` Donnell, C. J., Battese G. E. (2005), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 341 pp.
- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1989), "Innovation and Learning: The Two Faces of R &D", *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 397, pp. 569-596.
- Cornwell, C., Schmidt P., Sickles R. (1990), "Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels", *Journal of Econometrics*, Vol. 46, pp. 185–200.
- Davidson L., Greblov G. (2005), "The Pharmaceutical industry in the Global Economy". Indiana University Kelley School of Business Bloomington, Indiana, USA. [<http://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=average%20pharmacy%20industry%20investment&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CEUQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.bus.indiana.edu%2Fdavidso%2Flifesciences%2Flsresearchpapers%2Fpharmaceutical%2520industry%20aug12.doc&ei=VX4EUtDeGs3CtAaRjYCQCg&usg=AFQjCNET5kK2lpN7T3fahzcaTo3jwLy9LA&bvm=bv.50500085,d.Yms>] 07.08.2013.
- de Bruijn, H. (2007), „Managing performance in the public sector“, 2nd ed., Routledge, 129 p.
- Dedrick, J., Kraemer K. L., Linden, G. (2009), "Who Profits from Innovation in Global Value Chains? A Study of the iPod and notebook PCs", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 19, No. 1, pp. 81–116.
- Dinges, M., Berger, M., Frietsch, R., Kaloudis, A. (2007), "Monitoring sector specialization of public and private funded business research and development", *Science and Public Policy*, Vol. 34, Issue 6, pp. 431-443.
- Dombrovskis, V. (2010), "Innovations and Human Capital of Business Owners: Evidence from SIBiL", paper prepared for the 4th Conference on Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies (MEIDE). <http://www.merit.unu.edu/MEIDE/papers/2010/Dombrovskis.pdf>
- Eesti kõrgharidusstrateegia aastateks 2006-2015 (2006). Vastu võetud 08.11.2006. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12752949> 18.11.2013
- Ekeland, A. (2008), "Innovation indicators and policy learning. Summary report from Working Group Innocate", Nordic Innovation Centre, 47 pp.
- Estonian Development Fund (2008) "The Estonian economy. Current status of competitiveness and the future outlook", Estonia in Focus 1.

- European Commission (2012), “Innovation Union Competitiveness report”, Directorate – General for Research and Innovation
- European Commission (2012). Position of the Commission Services on the development of Partnership Agreement and programmes in ESTONIA for the period 2014-2020.
- Fernandes, A. M., Paunov, C. (2012), „The Risks of Innovation: Are Innovating Firms Less Likely to Die?“, *World Bank Policy Research Working Paper* No. 6103.
- Fixson S., Park J. K. (2008), “The Power of Integrality: Linkages between Innovation and Industry Structure”, *Research Policy*, Vol. 37, pp. 1296–1316.
- Franceschini F., Galetto M., Maisano D. (2007), “Management by Measurement. Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems”, Springer, 242 p.
- Frenken, K. (2002), “A new indicator of European integration and an application to collaboration in scientific research”, *Economic Systems Research*, Vol. 14, Issue 4, pp. 345-361.
- Gabrielsson, N., Kalvet, T., Halme, K. (2007), “Innovation Staff Recruitment Programme Feasibility Study”, Innovation Studies 9/2007. Tallinn: Ministry of Economic Affairs and Communications of the Republics of Estonia.
- Gallouj, F., Savona, M. (2009), „Innovation in services: a review of the debate and a research agenda“, *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 19, pp. 149-172.
- Gereffi, G. (2005), “The Global Economy: Organization, Governance, and Development”, in N. J. Smelser and R. Swedberg (eds.), *The Handbook of Economic Sociology*, 2<sup>nd</sup> ed., Princeton and Oxford: Princeton University Press; New York: Russell Sage Foundation, pp. 160-182.
- Gereffi, G., Humphrey, J., Sturgeon, T. (2005), “The governance of global value chains”, *Review of International Political Economy*, Vol. 12, No. 1., pp. 78-104.
- Gereffi, G., Kaplinsky R. (2001), “The Value of Value Chains: Spreading the Gains from Globalisation”, *IDS Bulletin*, 2001, Vol. 32, Issue 3, July.
- Global Competitiveness Report 2010-2011 (2010) World Economic Forum.
- Godin, B. (2002), “Are Statistics Really Useful? Myths and Politics of Science and Technology Indicators”, Project on History and Sociology of STI Statistics, Paper no. 20.
- Görg, H., Greenaway, D. (2004), “Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment?”, *World Bank Research Observer*, World Bank Group, vol. 19(2), pages 171-197.
- Greene H. W. (2005), “Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model”, *Journal of Econometrics*, Vol. 126, pp. 269–303.



- Greene H. W. (2007), "Econometric Analysis", 6th ed., Pearson Prentice Hall, 1216 p.
- Griliches, Z., (1979). "Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth", *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, pp. 92-116.
- Guellec, D. (2013), "Policies for 21st Century Innovation", presentation in the seminar "Seminar on increasing the impact of science and innovation for society and economy", 17 February 2013, Tallinn, Estonia. [<http://www.hm.ee/index.php?0513149>] 22.10.2013
- Günther, J., Jindra, B. and Stephan, J. (2011), "FDI and the National Innovation System – Evidence from Central and Eastern Europe", in Dyker, D. (Ed.), *Network Dynamics in Emerging Regions of Europe* (Imperial College Press), pp. 303–332.
- Hausman, J. (1978), "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, Vol. 46, pp. 1251–1271.
- Higon, D. A., Mané, J. A., Sanchis-Llopis, J. A. (2011), "The role of extensive and intensive margins in explaining corporate R&D growth: Evidence from Spain", *Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas Working Papers* no. EC 2011-05.
- Hood, C. A. (1991), „Public management for all seasons?“, *Public Administration*, Vol. 69, Issue 1, pp. 3–19.
- Humphrey, J., Schmitz H. (2002), "How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?", *Regional Studies*, Vol. 36, Issue 9, pp.1017-1027.
- Jacobides, M. (2008), "Playing Football in a Soccer Field: Value Chain Structures, Institutional Modularity and Success in Foreign Expansion", *Managerial and Decision Economics*, Vol. 29, pp. 257–276.
- Jaumotte F., Pain, N. (2005), "From Ideas to Development: The Determinants of R&D and Patenting", *OECD Economics Department Working Paper* No. 44.
- Johansson, B.; Löf, H.; Ebersberger, B. (2008), "The Innovation and Productivity Effect of Foreign Take-Over of National Assets", *CESIS Electronic Working Paper* No. 141.
- Jones, C. I., Williamson, J. C. (2000), "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D", *Journal of Economic Growth*, Vol. 5, pp. 65-85.
- Kaarna, R. Masso, M., Rell, M. (2012), „Väikese ja keskmise suurusega ettevõtete arengusuundumused“. Tallinn: Poliitikauuringute Keskus Praxis.
- Kahro, I. (2011) "Viimase kursuse arstitudengitest õpib soome keelt 80 protsenti". – Eesti Päevaleht, 29. november 2011. [<http://www.epl.ee/news/eesti/viimase-kursuse-arstitudengitest-opib-soome-keelt-80-protsenti.d?id=62398118>] 15.08.2013.
- Kancs, d'A., Siliverstovs, B. (2012), „R&D and Non-linear Productivity Growth of Heterogenous Firms“, IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation No. 06/2012.

- Kaplinsky, R., Morris, M. A. (2001), "Handbook For Value Chain Research".  
[[http://www.sds.ukzn.ac.za/files/handbook\\_valuechainresearch.pdf](http://www.sds.ukzn.ac.za/files/handbook_valuechainresearch.pdf)] 12.08.2013.
- Kerner, R. (2012), "Eesti kaubavahetus üleilmselt taustal", Eesti Statistika Kvartalikirj *Quarterly Bulletin of Statistics Estonia* 2/12. Tallinn: Statistikaamet, lk. 6-26.
- Kim, B. (2007), "Optimal R&D intensity and dynamic efficiency of Korea", *Asian Journal of Technology Innovation*, Vol. 15, Issue 1, pp. 35-53.
- Kohler U., Kreuter F. (2005), "Data Analysis Using Stata", Stata Press, 378 p.
- Kumbakhar, S. C., Ortega-Argiles, R., Potters, L., Vivarelli, M., Voigt, P. (2012), "Corporate R&D and firm efficiency: evidence from Europe's top R&D investors", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 37, pp. 125-140.
- Kusek J. Z., Rist R. C. (2004), "Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system: a handbook for development practitioners", The World Bank, 268 p.
- Langlois, R. (2003), "The Vanishing Hand: The Changing Dynamics of Industrial Capitalism", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 12, pp. 351-85.
- Langlois, R. N. (2002), "Modularity in technology and organization", *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 49, pp.19-37.
- Leibenstein, H. (1996), "Allocative efficiency vs. X-efficiency", *American Economic Review*, Vol. 56, pp. 392-415.
- Lepori, B. (2012), "JOREP: Joint and Open R&D Programs Results from the data analysis", University of Lugano.
- Lepori, B., Reale, E., Langfeldt, L., Laredo, P., Nedeva, M., Scordato, L. (2011), "Mapping the European Landscape of Joint Programs; Methodological Issues and Preliminary Results", Università della Svizzera Italiana, mimeo.
- Lovell C. A. K, Kumbhakar, S. C. (2000), "Stochastic Frontier Analysis", Cambridge University Press, 338 p.
- Mann, C., Kirkegaard, J. (2006), "Accelerating the Globalization of America: The Next Wave of Information Technology", Washington DC: Institute for International Economics, 269 p.
- Masso, J., Eamets, J., Meriküll, J., Kanep, H. (2009), "Support for Evolution in the Knowledge Based Economy: Demand for PhDs in Estonia", *Baltic Journal of Economics*, Vol. 9, Number 2, pp. 5-29.
- Masso, J., Eamets, R. and K. Philips, (2007), "Creative Destruction and Transition: Evidence on Firm Demographics from Estonia", in J.M. Arauzo and M. Manjón (Eds.), *Entrepreneurship, Industrial Location and Economic Growth*, Edward Elgar, pp. 81-103.

- Masso, J., Ukrainski, K. (2008) „Public Research Funding in Central and Eastern European Countries. Estonian Country Report“. PRIME, European Network of Indicator Designers. <http://www.enid-europe.org/funding/CEEC.html>
- Masso, J., Vahter, P. (2008), “Technological Innovation and Productivity in Post-Transition Estonia: Econometric Evidence from Innovation Surveys”, *European Journal of Development Research*, Vol. 20, Issue 2, pp. 240-261.
- Masso, J., Vahter, P. (2011), “Exporting and productivity: the effects of multi-market and multi-product export entry”, University of Tartu, Faculty of Economics and Business Administration Working Paper No. 83.
- Masso, J., Vahter, P. (2012), “The Link between Innovation and Productivity in Estonia’s Service Sectors”, *The Service Industries Journal*, Vol. 32, Numbers 15-16, pp. 2527-2543.
- Masso, J.; Eamets, R., Mötsmees, P., Philips, K. (2011), “The impact of inter-firm labour mobility on innovation: evidence from job search portal data”, in Elias Carayannis, Urmas Varblane, and Tõnu Roolaht (Eds.) *Innovation Systems in Small Catching-Up Economies*, Springer, pp. 297-321.
- Masso, J.; Roolaht, T.; Varblane, U. (2013), “Foreign Direct Investment and Innovation in Estonia”, *Baltic Journal of Management*, Vol. 8, Issue 2, pp. 231-248.
- Mathieu, A., van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2008), “A note on the drivers of R&D intensity”, Université Libre de Bruxelles, *CEB Working Paper* N° 08/002.
- Meijer, I. (2012), “Societal relevance: Towards a more comprehensive evaluation of scientific research”, Leiden University, CWTS course “Measuring Science and Research Performance”.
- Meriküll, J., Eamets, R., Varblane, U. (2012), “Knowledge Creation in Central and Eastern Europe: The Role of Sectoral Composition”, in E. G. Carayannis, U. Varblane and T. Roolaht (eds.), *Innovation Systems in Small Catching-Up Economies*, Springer, pp. 59-78.
- Moncada-Paterno-Castello, P., Ciupagea, C., Smith, K., Tübke, A., Tubbs, M. (2010), “Does Europe perform too little corporate R&D? A comparison of EU and non-EU corporate R&D performance”, *Research Policy*, Vol. 39, pp. 523-536.
- Murakas, R., Soidla, I., Kasearu, K., Toots, I., Rämmer, A., Lepik, A., Reinumägi, S., Telpt, E., Suvi, H. (2007), “Researcher Mobility in Estonia and Factors that Influence Mobility”, Archimedes Foundation.
- Neely, A. (2007), „Business Performance Measurement. Unifying theories and integrating practice”, 2<sup>nd</sup> ed., Cambridge University Press, 529 p.

OECD (2001), "Measuring Productivity. Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth. OECD Manual". [<http://www.oecd.org/std/productivity-stats/2352458.pdf>], 30.09.2013

OECD (2002), "Glossary of Key Terms in Evaluation and Results Based Management". Paris: OECD, 38 pp. [<http://www.oecd.org/development/peer-reviews/2754804.pdf>]. 03.05.2013.

OECD (2006). OECD Science, Technology and Industry Outlook 2006. OECD, Paris.

OECD (2007), "Staying Competitive in the Global Economy: Moving up the Value Chain". Paris: OECD, 126p. [<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/product/9207051e.pdf>] 10.08.2013.

OECD (2011), "ISIC Rev. 3 Technology Intensity Definition", OECD Directorate for Science, Technology and Industry. [<http://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>] 15.07.2013

Ordóñez L. D., Schweitzer M. E., Galinsky A. D., Bazerman M. H. (2009), "Goals Gone Wild: The Systematic Side Effects of Over-Prescribing Goal Setting", Harvard Business School, 28 p.

Pavitt, K. (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory", *Research Policy*, Vol. 13, Issue 6, pp. 343-373.

Peer-Review of the Estonian Research and Innovation System: Steady Progress Towards Knowledge Society (2012). European Union: Expert Group Report Prepared for the European Research Area Committee. Innovation Studies no. 19. [<http://www.mkm.ee/innovatsiooniuringud/>] 30.09.2013

Peneder, M. (2003), "Industrial structure and aggregate growth", *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 14, pp. 427-448.

Peter, V., Bruno, N. (2010), "International Science & Technology Specialisation: Where does Europe stand?", European Commission.

Poister, T. H. (2003), "Measuring performance in public and non-profit organizations", John Wiley & Sons, Inc., 316 p.

Praxis (2012) Väikese- ja keskmise suurusega ettevõtete arengusuundumused, lk 40.

Raamets, H. (2013), "Miljoneid väärt vasikast plaanitakse kloonida terve kari". – Maaleht, 5. september 2013. [<http://www.maaleht.ee/news/maamajandus/maamajandusuudised/miljoneid-vaart-vasikast-plaanitakse-kloonida-terve-kari.d?id=66684865>] 07.09.2013.

Rahandusministeerium (2012) Eesti sotsiaalmajanduslik analüüs: ülevaade poliitikavaldkondade hetkeolukorrast.

Reid, A., Varblane, U., Terk, E., Masso, J., Ukrainski, K., Männik, K., Varblane, U., Kaarna, R., Jürgenson, A. (2011), "Innovaatiline tegevus ettevõtetes aastatel 2006-2008", Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus, Innovation studies No. 16, pp. 24-66.

Results-Based Management Lexicon (2013). [<http://www.tbs-sct.gc.ca/cee/pubs/lex-eng.asp>]. 01.03.2013.

Riigikontroll (2012). Riigi tegevus teadus- ja arendustegevuse võtmevaldkondade edendamisel. Kuidas Eesti on viinud ellu strateegias „Teadmistepõhine Eesti“ toodud riiklikke teadus- ja arendusprogramme? Riigikontrolli aruanne Riigikogule. Tallinn, 7. märts 2012.

Sanchez, R., Mahoney, J. T. (1996), "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organizational design", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 63-76.

Schibany, A., Streicher, G. (2008), "The European Innovation Scoreboard: drowning by numbers?", *Science and Public Policy*, Vol. 35, Issue 10, pp. 717-732.

Schmalensee, R. (2002), "Lessons from the Microsoft Case", EIB Lecture Series. [<http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/23545/Schmalensee.pdf?sequence=1>] 11.08.2013.

Seletuskiri „Ülikooliseaduse, rakenduskõrgkooli seaduse ja teiste seaduste muutmise seaduse“ eelnõu juurde (2011). Riigikogu. [[www.hm.ee/index.php?popup=download&id=7434](http://www.hm.ee/index.php?popup=download&id=7434)] 30.09.2013.

Stephan, J. (2002), "The Productivity Gap between East and West Europe: What Role for Sectoral Structures during Integration?", *Acta Oeconomica*, Vol. 52, pp. 289–305.

Sturgeon, T. J. (2002), "Modular production networks: a new American model of industrial organization", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, Issue 3, pp. 451–96.

Sturgeon, T. J., Kawakami, M. (2010), "Global Value Chains in the Electronics Industry. Was the Crisis a Window of Opportunity for Developing Countries?", *World Bank Policy Research Working Paper* No. 5417. [[http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSCContentServer/WDSP/IB/2010/09/13/000158349\\_20100913084841/Rendered/PDF/WPS5417.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSCContentServer/WDSP/IB/2010/09/13/000158349_20100913084841/Rendered/PDF/WPS5417.pdf)] 07.08.2013.

Swedbank (2012), "Milline on Eesti ekspordimaastik?" [<https://www.swedbank.ee/business/infoportal/portal/export/exportland>] 10.08.2013.

Tänavsuu, T. (2013), "Vana kuld: Sulev Kõks tahtis kloonida miljardeid maksva lehma!" – Eesti Päevaleht, 08. aprill 2013. [<http://www.ekspress.ee/news/paevauudised/vanakuld/vana-kuld-sulev-koks-tahtis-kloonida-miljardeid-maksva-lehma.d?id=27681307>] 05.09.2013.

Teadmistepõhine Eesti. Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2007-2013 (2007) Eesti Vabariigi Haridus- ja Teadusministeerium.

Teadus- ja arendusasutuste baasfinantseerimise määramise tingimused ja kord. (2011) Eesti Vabariigi Haridus- ja Teadusministri Määrus, 01.01.2011, RT I, 16.12.2010, 27. [<https://www.riigiteataja.ee/akt/870516?leiaKehtiv>] 30.09.2013

The Measurement of Productive Efficiency and Productivity (2008), by H. Fried, K. Lovell, S. Schmidt (Eds.), Oxford University Press, 656 p.

The Value of European Patents. Evidence from a Survey of European Inventors. (2005) Final Report of the Patval EU Project HPV2-CT-2001-00013. [<http://www.alfonsogambardella.it/PATVALFinalReport.pdf>] 30.09.2013

The World Biggest Public Companies (2013). [<http://www.forbes.com/global2000/list/>] 11.08.2013

Trevisan, M. S. (2007), “Evaluability assessment: from 1986 to 2006”, *American Journal of Evaluation*, Vol. 28, Issue 3, pp. 290-303.

Ukrainski, K., Kaarna, R., Jürgenson, A. (2011), “Innovaatiline tegevus erinevat tüüpi majandusharudes tehnoloogiaatrajektoorida lõikes”, *Innovaatiline tegevus ettevõtetes aastatel 2006-2008*, *Innovation studies* No. 16, pp. 24-66.

Ukrainski, K., Masso, J., Kanep, H. (2013), “Integration in science within the EU: The standpoint of small countries”, University of Tartu, unpublished manuscript.

UNCTAD (2013), “Global Value Chains and Development. Investment and Value Added Trade in the Global Economy”, United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), United Nations Publication UNCTAD/DIAE/2013/1.

Van Leeuwen, T. N., Moed, H. F., Tijssen, R. J. W., Visser, M. S., Van Raan, A. F. J. (2001), “Language biases in the coverage of Science Citation Index and its consequences for international comparison of national research performance”, *Scientometrics*, Vol. 51, Issue 1, 335-346.

Varblane, U. 2011, “Tootlikkus ja seda selgitavad tegurid Eesti masinatööstuses”, Tartu Ülikool, Majandusteaduskond, magistritöö.

Varblane, U.; Eamets, R.; Haldma, T.; Kaldaru, H.; Masso, J.; Mets, T.; Paas, T.; Reiljan, J.; Sepp, J.; Türk, K.; Ukrainski, K.; Vadi, M.; Vissak, T. (2008). Eesti majanduse konkurentsivõime hetkeseis ja tulevikuväljavaated. Aruande lühiversioon. Tallinn: Eesti Arengufond

White, H. (1980), “A Heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroscedasticity”, *Econometrica*, Vol. 48, pp. 817– 838.

Wholey J. S. (1979), „Evaluation: Promise and Performance“, Washington DC: The Urban Institute, 249 p.

Wholey, J. S., Hatry, H. P., Newcomer, K. E. (2010), „Handbook of practical program evaluation“, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., 745 p.

Wooldridge, M. J. (2010), “Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data”, 2nd ed., The MIT Press, 1078 p.

World Economic Forum (2012), “The Shifting Geography of Global Value Chains”, 40 pp.  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC\\_GlobalTradeSystem\\_Report\\_2012.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC_GlobalTradeSystem_Report_2012.pdf)

30.09.2013

Zhang, M. (2012), “The comparison of stochastic frontier analysis with panel data models”, A Doctoral Thesis, Loughborough University, Leicestershire, UK.  
[\[https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/9643\]](https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/9643). 05.07.2013.

## Lisa 1. T&A tõhususe modelleerimisel kasutatud mõistetest

Innovatsiooni tõhususe analüüsil kasutatakse tootmisfunktsiooni, mis määratleb matemaatilisel seose tootmissisendite ja väljundi vahel. Mingi toote valmistamiseks on vaja tootmissisendeid (tegureid), mida võib rühmitada laiemalt nagu seadmed, tööjõud, materjalid ja energia. Nende sisendite võimalikud kombinatsioonid väljundi tootmiseks on määratud olemasoleva tehnoloogiaga, moodustades tootmisvõimaluste hulga. Et tootmissisendid ei ole tasuta, siis majandusteaduses tavaliselt ei uurita kõiki võimalikke sisendite kombinatsioone, vaid ainult neid, mis maksimeerivad toodangut. Tootmisfunktsioon on nende sisendikombinatsioonide piiriks (vt joonis 1) (pinnaks mitmemõõtmelisel juhul). Tootmisfunktsioon kajastab seega kõiki sisendite kombinatsioone, mis maksimeerivad toodangut.

Tootmisfunktsiooni analüüs majandusteaduses piirneb tüüpiliselt (peavooluna) selle funktsiooni parameetrite ja mitmete omaduste hindamisega, nagu teguri piirtoodang, mastaabiefekti olemasolu (tootmissisendite suurendamisel väljund muutub ebaproportsionaalselt). Sellisel tüüpjuhul saadud tootmisfunktsioon kirjeldab valimi keskmist, st kõikide vaatluste alusel saadakse ühine tootmisfunktsioon, millega kõik vaadeldavad objektid sobituvad. Sellisel juhul ei tõstatu üldse küsimust süsteemsest hälbest, kus mõni vaadeldav objekt ei sobitu hinnatud funktsiooniga. Tähendab, vaadeldav objekt ei suuda antud sisendite kogusega toota vajalikul määral väljundit. Enamgi veel, ei saa tekkida olukorda, kus ükski vaadeldav objekt ei suuda toodangut maksimeerida. Tüüpanalüüsi korral on kõik erinevused maksimaalsest toodangust seotud juhusliku veaga, mis iseloomustab kõiki juhuslikke sündmusi, mis takistavad toodangu maksimeerimist. Kuid selline lähenemine ei sobitu tegelikkusega, kus isegi sarnase tehnoloogiaga ja sarnastes tingimustes tegutsevate sarnaste ettevõtete korral võivad erinevused toodangus ja tootlikkuses olla märkimisväärsed (vt nt teedrajavat uurimust: Leibenstein 1966). Tähendab, on veel midagi<sup>49</sup>, mis tekitab süsteemse hälbe maksimaalsest toodangust ning mis vajab vastavat kajastamist ka tootmist kirjeldavates ökonomeetrilistes mudelites.

Sellise süsteemse hälbe uurimiseks on välja kujunenud metoodika, mida tuntakse stohhastilise tõhususe piiri meetodina (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*) (ülevaade Lovell, Kumbhakar 2000). Erinevalt tootmisfunktsiooni tüüpilisest analüüsist, ei keskmistata selle metoodika

---

<sup>49</sup> Leibenstein nimetas seda X-ebaefektiivsuseks, kus mitmetel põhjustel (nt konkurentsi puudumine) majandusagendid ei rakenda maksimeerivat käitumist



korral tootmisfunktsiooni üle kõikide vaatluste, vaid lisatakse hälvete kirjeldamiseks tootmisfunktsioonile täiendav vealiige. See vealiige kirjeldab ebaefektiivsust, ehk maksimaalsest toodangust puudujäävat osa. SFA peamiseks eesmärgiks on nende süsteemsete hälvete hindamine, tootmisfunktsiooni parameetrid ja muud omadused on teisejärgulised. Peamine tähelepanu on ebaefektiivsust kajastaval vealiikmel.

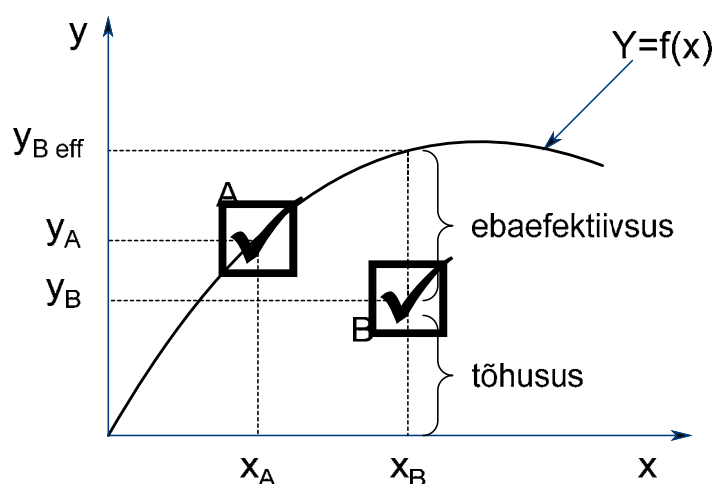
Käesolevas analüüsis on kaks põhimõistet, millega seostub kasutatav SFA meetod- tootlikkus ja tõhusus. Tootlikkus ja tõhusus on tihti kasutatavad sünonüümidenä, kuigi see ei ole päris korrektne (Coelli *et al* 2005). Tootlikkus tähendab väljundi ja selle tootmiseks kasutatud sisendi(te) suhet, ning sõltuvalt kõigi või ainult mõne sisendi kasutamisest, on tegemist koguvõi osatootlikkusega (*ibid.*). Tihti kasutatakse tõhususe asemel ka efektiivsuse mõistet, aga efektiivsus iseloomustab, kas tehakse õiget asja, tõhusus omakorda, kas seda tehakse õigesti. Kui valitud vahend (meede) on efektiivne, siis täidab see püstitatud eesmärgid. Kui valitud meede on lisaks ka tõhus, siis täidetakse eesmärk minimaalsete kuludega. Seega on tarvilikud mõlemad mõisted, et mingit eesmärgi teostust ammendavalt kirjeldada. Küll aga on eesti keeles suupärasem mõnel juhul kasutada ebaefektiivsuse mõistet, selmet ebatõhusust. Inglisekeelsed tõhususe ja efektiivsuse väljendid on selgelt eristatud, vastavalt *efficiency* ja *effectiveness*.

Tehniliselt tõhus tootmine iseloomustab sellist tootmisprotsessi, kus antud tehnoloogia ja sisenditega saavutatakse maksimaalne võimalik väljundi kogus (OECD 2001). Tõhusus kajastab seega konkreetse ettevõtte (tootmisharu, piirkonna, riigi) tootmise vastavust „parima praktika“ alusel määratletud standardile. Tõhusus on suhteline mõiste, millega võrreldakse konkreetse ettevõtte tootlikkust mingi etteantud standardiga. Kõrgem tootlikkus tähendab ka tõhusamat tootmist.

Terminite erinevuse selgitamiseks toome sisse abstraktse tootmisfunktsiooni üldkujul  $y = f(x)$ , kus  $y$  on väljund ja  $x$  on ainus tootmissisend. Kui mingeid hälbeid (juhuslikke ja süstemaatilisi) ei esine, siis toodud võrdus kehtib täpselt. Sisendist  $x$  saadakse mingi tehnoloogia  $f(x)$  rakendamisel väljund  $y$ . Väljund  $y$  on tegelik toodang ja  $f(x)$  on parima praktika alusel teostatud (ideaalne) tootmine. Rakendame tootlikkuse ja tõhususe kontseptsioone joonisel 1 kahe hüpoteetilise ettevõtte A ja B jaoks. Joonisel on näidatud parimat praktikat esindav tootmisfunktsioon  $y=f(x)$ , mille alla jäävad kõik tootmiseks kättesaadavad sisendite komplektid, mida, nagu juba eelpool sai märgitud, tavaliselt ei uurita. Ettevõtte A paikneb täpselt tootmisfunktsiooni kajastaval nn tõhususe piiril. Tema tootlikkust hindame väljundi ja sisendi suhtena, milleks on  $y_A/x_A$ . Ettevõtte B paikneb allpool

tootmisfunktsiooniga kirjeldatavat tõhususe piiri, tema tootlikkus on  $y_B/x_B$ . Jooniselt on näha, et  $y_A > y_B$  ja  $x_A < x_B$ , seega A tootlikkus on kõrgem kui B-l.

Kuid mida saab nende tootlikkuste alusel öelda tõhususte kohta? Tõhususte kohta ei saa midagi täpsemat öelda, ainult niipalju, et A kui kõrgema tootlikkusega ettevõtte on ilmselt ka tõhusam. Kuid kui kaugel asuvad ettevõtted tõhususe piirist, st milline on tootlikkuse tõstmise potentsiaal või kui suur on madalast tõhususest tulenev heaolukadu (nt loomulike monopolide korral), seda ainuüksi tootlikkuse alusel hinnata ei ole võimalik.



Joonis 1. Tootmisfunktsioon ja tõhususe selgitus kahe ettevõtte A ja B näitel (autori koostatud).

Selleks tuleb hinnata nende ettevõtete tõhususi. Siinkohal selgub tootlikkuse põhiline erinevus tõhususest. Tõhusus defineeritakse suhtena

$$TE = \frac{y}{f(x)} \quad (1)$$

st tegelik toodang jagatud maksimaalse (parima praktika) toodanguga. Märgime seda suhet tähisega TE (*technical efficiency*) ehk tehniline tõhusus. Siinjuures parema loetavuse huvides ei märgita tegurite juures indekseid, millega tähistada kas konkreetset ettevõtet või ajaperioodi. Seda muidugi ainult juhul, kui see ei eksita lugejat. Tõhusus on siin tehniline seetõttu, et kasutame tootmisfunktsiooni  $y = f(x)$ , mille suhtes hinnatakse A ja B väljundit. Oluline on asjaolu, et mõlemad võrreldakse ühise parima praktika suhtes, seega on mõlemad asetatud ühisesse taustsüsteemi. Võrdlusena, tootlikkuse puhul jagame ettevõtte väljundi tema kasutatud sisendiga, kus sisend ei esinda parimat praktikat, vaid iga konkreetse ettevõtte tarbitud ressursi. Milline on selle tarbitud ressursi seos parima praktikaga, on teadmata. Et A

jaoks on toodang  $y_A$  sama, mis prima praktika alusel saadud  $f(x_A)$ , siis suhe  $TE_A = \frac{y_A}{f(x_A)} = 1$ , st tootmine on täiesti tõhus.

Järgnevalt tõhususe mõõtühikutest ja muutumispiirkonnast. Tootmisfunktsioonid on üldjuhul eksponentsiaalse kujuga, kus otsitavad parameetrid on astendajas. Üldine tootmisfunktsioon ühe sisendiga on sellisel juhul kujul  $y = x^a$ , kus  $a$  ( $a > 0$ ) on otsitav parameeter. Funktsiooni viimiseks ökonomeetrilise mudeli jaoks sobivale lineaarsele kujule parameetrite suhtes, tuleb teda logaritmidada, saades tulemuseks  $\ln y = a \ln x$ . Eeltoodud TE avaldis (1) on eksponentsiaalse kuju jaoks, mille kohaselt tootmisfunktsioon koos tehnilise tõhususega on kujul  $y = x^a TE$ .

Milline on seos ebaefektiivsuse ja tõhususe vahel? Joonisel 1 on mõlemad esitatud, oluline on ka nende täpne seos. Lähtume seose leidmisel logaritmilisest kujust

$$\ln y = a \ln x - u \quad (2)$$

kus  $u$  tähistab ebaefektiivsust, mis joonisel 1 näitab tõhususe piirist puudujäävat osa. Arvestame, et  $a \ln x$  on prima praktika tootmine ehk maksimaalne toodang, tegelik toodang  $\ln y$  peab olema sellest väiksem osa  $u$  võrra. Siit tuleneb seos tehnilise tõhususe ja ebaefektiivsuse vahel. avaldise (2) eksponentsiaalne kuju on  $y = x^a e^{-u}$ , kus

$$TE = e^{-u} \quad (3)$$

Ebaefektiivsus ja tõhusus kirjeldavad mõlemad sama fenomeni, kuid teevad seda erinevast vaatenurgast, st nad ei ole sünonüümid. Inglisekeelsed vasted on vastavalt *inefficiency* ja *efficiency*. Ebaefektiivsus on kohasem kasutada lineaarse ökonomeetrilise mudeli jaoks, kus parimat praktikat kirjeldav funktsioon on logaritmkuju, tõhusus sobib prima praktika eksponentkuju jaoks, kus funktsioon avaldub tegurite korrutisena. Logaritmkuju mudelis on ebaefektiivsus üks liidetav, mis tuleb maksimaalsest toodangust lahutada, et saada tegelikku toodangut. Eksponentkuju mudelis tuleb maksimaalset toodangut korrutada teguriga TE, et saada tegelikku toodangut. Joonise 1 alusel, tõhusus on kui käidud tee prima praktikani (kogu tee on x-teljelt kuni piirini), ebaefektiivsus veel käimata tee. Seega on need kaks erinevad ja nende sünonüümina kasutamine eksitav. Ebaefektiivsuse esitamine tõhususena moondab viletsalt toimivad ettevõtted suurepäraseks ja suurepäraseid viletsateks, st majanduslikud järeloomid on väga olulised.

Tõhususe muutumispiirkonna leidmiseks arvestame, et ebaefektiivsuse väärtus võib olla ka null, kui tegevus on täiesti tõhus. Siit  $TE = e^0 = 1$ , st ebaefektiivsuse puudumisel on tõhusus maksimaalne ehk 1. Sama tulemuseni jõuaksime ka avaldisest (1), sest tegelik toodang ei saa

ületada suurimat võimalikku. Teisalt ebaefektiivsus võib olla suur, kuid siiski  $u < \infty$ , millest  $TE > 0$  ja  $TE > 0$ . Muutumispiirkonnad mõlemal juhul:

- ebaefektiivsus ( $0 \leq u < \infty$ );
- tõhusus ( $0 < TE \leq 1$ ).

Et tõhusus on piiratud ühikulise vahemikuga, on see praktikas mugavam kasutada kui ebaefektiivsus. Tõhusus, erinevalt ebaefektiivsusest, on ühikuta suurus, sest tegu on suhtarvuga, kus lugejas ja nimetajas on toodang samades ühikutes, seega ühikud taanduvad välja ja tõhusus on esitatav osana maksimumist ehk protsendina. Ebaefektiivsuse mõõtühikuks on logaritm toodangust, mis iganes ühikutes toodangut mõõdetakse. Tähendab, protsentides ebaefektiivsus otseselt ei väljendu. Jooniselt 1 võib välja lugeda, et tõhususe ja ebaefektiivsuse liitmine annab maksimaalse toodangu. Sellisel juhul peaks ebaefektiivsust ka protsentides mõõtma. Seda saab jämeda hinnanguna teha ainult väikeste  $u$  väärtuste korral. Näiteks kui ebaefektiivsus  $u = 0.1$ , siis  $TE = \exp(-0.1) = 0.904$ , mistõttu võib olulise veata märkida, et ebaefektiivsuse väärtuse 0.1 korral on see esitatav protsentides, kui puudujääv 10% maksimumist. Sellisel juhul  $ebaefektiivsus + tõhusus = 1$ .

Lisaks siinkasutatud tehnilisele tõhususele, on kasutusel ka mitmeid teisi tõhususe kontseptsioone. Tõhususe konkreetne nimetus sõltub prima praktika aluseks olevast funktsioonist. Levinud on kulutõhusus, kus ettevõtteid hinnatakse kulufunktsiooni alusel, st nende suutlikkust minimeerida kulu. Kasutatakse vähemal määral ka tulu- ja kasumifunktsioone, seega tulu- ja kasumitõhusust. Konkreetne prima praktika funktsioon sõltub püstitatud ülesandest, lisaks ka paljudest muudest teguritest nagu andmete saadavus.

Nagu alapunkti alguses märgitud, kasutame SFA meetodit, mistõttu tuleb arvesse võtta ka juhuslikkust. Seda tehakse juhusliku vealiikme lülitamisega mudelisse, mis arvestab prima praktika sõltuvust juhuslikest teguritest. Koos juhusliku veaga on tüüpiline SFA mudel tootmisfunktsiooni baasil üldkujul (eksponentsiaalsena) järgmine:

$$y = f(x)e^v e^{-u} \quad (4)$$

Juhuslike tegurite mõju on valdkonniti väga erinev, tüüpilise näitena tuuakse põllumajandust, kus ilmastikunähtused võivad saaki oluliselt mõjutada. Et aga ilmastik pole tootja kontrolli alla, ei saa sellest tulenevat toodangu vähenemist tootja ebaefektiivsuseks nimetada. Tähendab, parim praktika ise on muutlik, sõltudes paljudest juhuslikest mõjutustest. Seetõttu on SFA meetodi korral tüüpiline, et valimis olevatest tootjatest keegi ei küüni täiesti tõhusa tootmiseni.

SFA mudeleid on aja jooksul loodud mitmesuguseid (vt ülevaateid Kumbhakar, Lovell 2000; Coelli et al. 2005; The Measurement of...2008). Peamised mudelite eristamise kriteeriumid on eeldused tõhususe ajasõltuvusest ja heterogeensuse mõju mudeli liikmetele. Heterogeensus (tõhusust mõjutavad tegurid) võib mõjutada tõhususe piiri, aga samuti ebaefektiivsust või ka mõlemaid. Ning tõhusus võib olla ajas püsiv või muutuv. Lisaks võib mudelisse lülitada ka heteroskedastiivsuse, st vealiikmete hajuvus ei ole püsiv, vaid sõltub mingitest teguritest.